頁

5516ST形

ストレージオシロスコープ

取扱説明書

菊水電子工業株式会社

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1．取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2．不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3．天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　次

1. 概　説 1
  1.1 概　説 1
  1.2 特　長 1

2. 仕　様 4

3. 使用法 12
  3.1 前面パネルの説明 12
  3.2 背面パネルの説明 20
  3.3 取扱上の注意 21
  3.4 電源変更 23

4. 操　作 24
  4.1 校正電圧波形を加え管面に波形を出す 25
  4.2 2現象動作とADD動作 26
  4.3 X－Y動作 28
  4.4 INTEN MOD 29
  4.5 トリガーおよび時間軸 29
  4.6 トリガー信号源の種類 30
    4.6.1 内部トリガー（NORM, CH1, CH2） 31
    4.6.2 外部トリガー（EXT TRIGGER IN） 31
  4.7 ACとDC 31
  4.8 FLATとHF REJ 32
  4.9 LEVELツマミとPUSH+, PULL− 32
  4.10 COMP AUTO の操作 34
  4.11 AUTOの動作 34
  4.12 NORMの動作 34
  4.13 SINGLE の動作 34
  4.14 掃引拡大の操作（PULL 5×MAG） 35
  4.15 垂直軸入力信号の加え方 35
    4.15.1 被覆電線の使用 35
    4.15.2 シールド線の使用 36
    4.15.3 同軸ケーブルの使用 36
    4.15.4 プローブの使用 36
    4.15.5 プローブ使用における注意事項 37
    4.15.6 AC結合での使用 38

5. 測　定　41
5.1 電圧の測定　41
5.1.1 DC電圧の測定　41
5.1.2 AC電圧の測定　42
5.2 時間の測定　43
5.3 パルス幅の測定　43
5.4 パルスの立上り，立下り時間の測定　44
5.5 周波数の測定　44
5.6 位相差の測定　46

6. ストレージブラウン管　48
6.1 ストレージブラウン管の構造　48
6.2 ストレージの原理　49
6.3 ストレージの動作　51
6.4 一般特性　52
6.4.1 ヒステリシス特性　52
6.4.2 使用時間と背面電極電圧　53
6.4.3 使用時間と蓄積輝度　54
6.4.4 最大記録速度　55
6.4.5 記録速度増強法（ENHANCEMENT）　56

7. 校　正　57
7.1 概　要　57
7.2 直流電源の調整とチェック　57
7.3 垂直軸偏向感度　59
7.4 VOLT/DIV 各レンジの入力容量および位相補正　60
7.5 掃引時間　61
7.6 プローブの校正　62
7.7 ASTIG GEOMETORY の調整　63
7.8 背面電極電圧の調整　64
7.9 時 間 計　65

8. ブロックダイアグラム　66

1. 概　　説

1.1 概　　説

菊水電子 MODEL 5516ST ストレージオシロスコープは，コンプリートトリガ方式を採用した 5516 型のファミリーで，BHD タイプの 133 ㎜，二定電位形畜積管を使用した，5 mV，DC〜10MHz 2現象　高感度のトリガー掃引方式ストレージオシロスコープです。

菊水の 5516 型 がベースとなっているので，信頼性が高く，又使い易く研究，開発から生産ラインまで，広範囲の使用，用途に応じられます。

1.2 特　　長

○ BHDタイプ二定電位形畜積管の採用

BHD（Black Matrix−Hybrid Mesh−Dot Screen）の略で，この直視形畜積管は，畜積ターゲットメッシュ構造ではなく，畜積ターゲット作用は螢光面が，兼ねていますので，極めて簡単な機構となり堅牢さ，畜積ターゲットの耐焼損性，コントラストが良い，など，製造技術的にもその優秀性が発揮され，従来に見られない，量産性の良い CRT を採用しています。

○ AUTO ERASE 方式

本方式は　掃引ごとに，波形を記録・保持し，任意の保持時間の後に，波形を消去する行程の繰返しが可能です。従って波形記録をした後，手動で ERASE ボタンを押す必要がなく操作の手間が省けます。

保持時間は，約1秒〜30秒間を，パネル面の ERASE INTERVAL で，任意に設定できます。

○ ENHANCE モードボタン付き

通常使用状態での記録速度は，40μS/DIV です。特に速い現象の記録が必要な時には，この ENHANCE ボタンを押し，ENHANCE LEVEL を調整することにより，約20 μS/DIV に記録速度を増強することができます。

○HOLD ボタン付き

ホールドボタンを押すことにより，管面の波形を，ただちに保持することができます。この状態では，NORM/STORAGE，切換ボタン以外のイレーズ ボタン，エンハンスボタンを押しても，あるいは，INTENSITYや他の垂直系，水平系の各機能を作動しても，管面に保持されている波形に影響を与えません。従って管面にストレージした波形をただちに保持したい時，このボタンを押し波形をホールドします。

○コンプリートオート，トリガ方式

新トリガー方式で，CRT 管面振幅が，3㎜以上の微少信号に対しても完全に同期が得られます。又トリガスロープ及びトリガレベルの撰択も自由に行なえ，同期操作が簡単です。

○回路のIC化

オシロスコープの心臓部とも云えるトリガー回路，時間軸回路を主に，IC化し，回路の信頼性，安定性を高めました。これにより，より同期の掛りの良い性能を生み出しています。

○SINGLE スイープモード付き

シングルスイープ回路が内蔵していて過渡現象観測が容易にできます。

又本機に 接写装置を直接装着でき，写真撮影が行なえます。

○CHOP，ALTERNATEの切換が自動的に行なわれます。

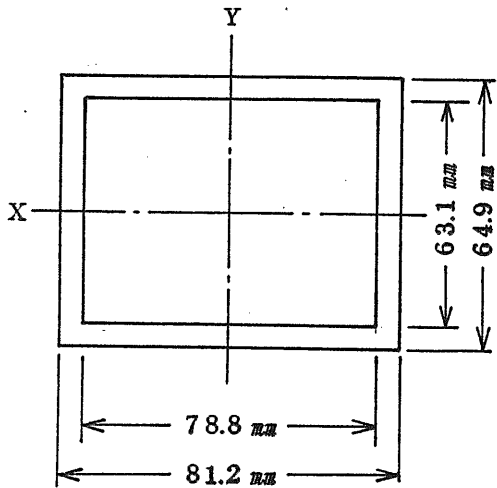
2現象動作時の CHOP，ALTが，時間軸の TIME/DIV スイッチと連動し切換られます。

1mSEC以下の掃引では CHOP で，0.5mSEC以上の掃引時間では ALT で動作します。

○最高掃引時間100nS/DIV(5XMAG時)可能

優れたトリガー回路と合せ，高速パルス信号の観測を容易にしています。

○高速掃引で，明るい輝線が得られます。

波形観測時の ZERO V レベルの確認とか，輝線の傾きなどが掃引 AUTO の動作で高速掃引時にも入力を GND することにより確認できます。更に掃引

AUTO回路の改良により高速掃引時に於ても，チラツキの無い明るい輝線が現れます。

○電気的トレースローテーションの採用

ローテーションコイルを採用していて，地磁気の影響等による輝線の水平位置修正が簡単に行なえます。

2. 仕 様

ブラウン管部

項 目	規 格	注
ブラウン管	2定電位式直視形蓄積管 133mm	丸形
螢光色	B1	青緑
有効面	8×10 DIV	1 DIV≅9.5mm
加速電圧	約 2000V	
ブランキング	G1にて	
記録速度	40μS/DIV エンハンスモードにて約20 μS/DIV 以上可能	
読取時間	約 1時間	
消去時間	約 0.5 SEC	
パターン歪	外枠 81.2×64.9mm^2 内枠 78.8×63.1mm^2 の間に含まれること	輝線が，枠線と重なる場合も含む。
輝線と目盛一致	電気的ローテーションコイル使用,	
イルミネーション	連続的に明るさを可変	

Y
X
63.1 mm
64.9 mm
78.8 mm
81.2 mm

ストレージ部

項　　目	規　　格		注
動作モード	NORM	通常オシロスコープとして動作する	
	STORAGE	ストレージオシロスコープとして動作。	
	ENHANCE	ライティングスピードを増強できる	ENHANCE LEVELツマミで，ライティングスピードを増強
	AUTO ERASE	掃引ごとに一定時間記録された波形を保持し，消去の行程を繰返す	ERASE INTERVALで設定時間を約1～30秒迄可変
	ERASE	記録波形を消去する	
	HOLD	管面上の波形を瞬時に固定される	但しNORMの，通常オシロスコープ動作での波形は固定されない。

垂直軸偏向部

項　　目	規　　格	注
感　　度	5mV/DIV～10V/DIV 11点	1，2，5ステップ
感度誤差	VARIABLEをCAL'Dの位置でパネル表示値の±3%以内	1kHz 4，5DIV基準
周波数帯域幅	DC　DC～10MHz AC　2Hz～10MHz	-3dB以内，50kHz 8DIV基準
感度連続変化	パネル表示値の2.5倍以上減衰出来る	
立上り時間	35nS	計算値
入力インピーダンス	1MΩ±2%　35PF±2PF	並列
入力端子	BNC形レセプタクル	

<table>
<tr><th>項目</th><th colspan="3">規格</th><th>注</th></tr>
<tr><td>最大許容入力電圧</td><td colspan="3">5 mV/DIVレンジ　400 V
他のレンジ　600 V</td><td>DC＋ACピーク値
ACは1 kHz以上</td></tr>
<tr><td>入力結合方式</td><td colspan="3">AC及びDC</td><td></td></tr>
<tr><td>DCオフセットによる輝線移動</td><td colspan="3">5 mV/DIVレンジで，0.2 DIV以内</td><td>入力端子開放で，DCからGNDに切換えて</td></tr>
<tr><td>レンジ切換による輝線移動</td><td colspan="3">2V/DIV, 5V/DIVのレンジを切換えて，1 DIV以内</td><td>AC，DC，GND をGNDにして</td></tr>
<tr><td>直線性</td><td colspan="3">CRT管面の中央4 DIVの信号を，上，下の有効域一ぱいに動かして，縦方向の伸び縮みが，±0.2 DIV以内</td><td>100 kHz以内の周波数にて</td></tr>
<tr><td>同相信号除去比</td><td colspan="3">50 kHzで，100：1以上</td><td>CH 1，2の感度を正確にそろえて</td></tr>
<tr><td>チャンネル間干渉</td><td colspan="3">1000：1以上
100 kHz，8 DIV基準で測定する</td><td>CH1，2のレンジを，5 mV/DIVにし,DUAL動作で，一方の入力に管面有効範囲の信号を加え，他の入力は50Ωでターミネートする</td></tr>
<tr><td rowspan="5">垂直軸動作様式</td><td>CH1</td><td colspan="2">チャンネル1単独</td><td></td></tr>
<tr><td>CH2</td><td colspan="2">チャンネル2単独</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">DUAL
自動的に切換</td><td>ALT</td><td>チャンネル1，2を交互に掃引</td><td></td></tr>
<tr><td>CHOP</td><td>チャンネル 1，2を約100 kHzで切換</td><td></td></tr>
<tr><td>ADD</td><td colspan="2">チャンネル1＋2</td><td></td></tr>
<tr><td>PUSH INV</td><td colspan="3">チャンネル2のみ極性反転</td><td></td></tr>
</table>

水平軸偏向部

項　目	規　格	注
掃引時間	0.5μS/DIV〜1S/DIV	20レンジ1, 2, 5ステップ
掃引時間誤差	±3%以内	VARIはCAL'Dで
掃引時間連続変化	パネル指示値の2.5倍以上調整できる	
掃引拡大	5倍	
拡大誤差	1S/DIV〜0.5μS/DIV±3%	
拡大による位置変化	中央部分で，±1DIV以内	

トリガー

項　目	規　格	注
トリガ信号源	NORM　CH1,2の信号でトリガー CH1　CH1,のみの信号でトリガー CH2　CH2のみの信号でトリガー EXT　外部の信号でトリガー	
結合	DC, AC, HF REJECT	
極性	+および−	
内部トリガ感度 DC AC HF REJ 外部トリガ感度 DC AC HF REJ	 DC〜10MHz　0.3DIV 5Hz〜10MHz　0.3DIV DC〜50 kHz　0.3DIV DC〜10MHz　200mVp−p 5Hz〜10MHz　200mVp−p DC〜50kHz　200mVp−p	 CRT管面の振幅で示す
COMP AUTO	50Hz以上の繰返しを持つ信号に対しCRT管面振幅0.3DIV以上で完全にトリガする。	トリガレベルツマミを調整出来る。ツマミの位置に関係なく0.3DIVでトリガする。

項　　　目	規　　　格	注
AUTO	50Hz以上の繰返しを持つ信号に対しトリガ感度の項を満足する	トリガを外した状態の時自動的にフリーランする。
NORM	トリガ感度の項を満足する	トリガを外した状態の時輝線は消去されて待機状態となる。
SINGLE	上記トリガ仕様をすべて満足するシングル掃引，RESETにより再待機が可能	入力信号が加わるまでは待機状態を持続
外部トリガ入力インピーダンス	約100kΩ，60pF以下	並列
入　力　端　子	BNCレセプタクル	
最大許容入力電　　　圧	100V(DC+ACピーク)	AC1kHz以下

外部掃引増幅器(X－Y)

項　　　目	規　　　格	注
方　　　式	XY方式　CH1がX　CH2がY	X＝水平軸，Y＝垂直軸
感　　　度	X　5mV/DIV～10V/DIV Y　5mV/DIV～10V/DIV	X，Yとも11ステップ
周波数帯域幅	X　DC～1MHz Y　DC～10MHz	－3dB以内 －3dB以内
入力インピーダンス	X,Yとも1MΩ±2%　35pF±2pF	並列
最大許容入力電　　　圧	X,Yとも5mV/DIVレンジ 400V　その他のレンジ600V	DC＋ACピーク 1kHz以下
入　力　端　子	X,YともBNCレセプタクル	パネルにX，Y文字表示

校正電圧

項目	規格	注
波形	方形波	
極性	正極性	
出力電圧	200mVp-p, 2Vp-p	
出力電圧誤差	±3%以内	
周波数	1kHz ±25%	
デューティレシオ	45:55以下	
立上り時間	約150nS	
出力端子	チップ端子	

Z軸増幅器

項目	規格	注
輝度変調	3Vp-pの入力信号で変調が認められる。正の入力信号で輝線が暗くなる。負の入力信号で，輝線が明るくなる。	
周波数範囲	DC～1MHz	
入力抵抗	約10kΩ	
入力端子	バインディングポスト	

電源

項目	規格	注
供給電圧範囲	100V, 110V, 117V 200V, 220V, 230V 240V, 各電圧値の±10%	電源トランスのタップを切換えられる。通常100Vに接続してある。
周波数	50Hz～60Hz	
消費電力	約68VA	

機構部

項目	規格	注
外形寸法	315W×225H×465D㎜	最大部
	280W×184H×400D㎜	筐体部
重量	約11kg	

附属品

品名	数量
プローブ　960 BNC（10：1，1：1）	2
942A形端子アダプタ	2
ショートバー（短）	1
6角スパナ　（3㎜）	1
ヒューズ　（スローブロー　1A）	1
取扱説明書	1

3. 使　　用　　法

3.1 前面パネル面の説明

前面パネルのツマミ，および端子等についての説明です。2重ツマミについては，黒色ツマミが黒文字で，赤色ツマミが赤文字でそれぞれパネルに示されています。

POWER OFF　ILLUMINATION ツマミと共用のパワースイッチで，左へ回し切るとパワーオフ，右へ回すとパワーオンになり，電源が投入されます。

ILLUM　管面の明るさを調整するツマミです。右回しで明るくなり，左回しで暗くなります。

INTEN　ブラウン管の輝度調整ツマミです。右回しで明るくなり，左回しで暗くなります。

FOCUS　ブラウン管の管面に現われるスポット，あるいはトレースが最もシャープになる様に，内部にあるASTIG 半固定抵抗器と共に調整するツマミです。

CALB(Vp-p)　感度校正用，又はプローブの位相特性調整用の方形波発振器です。出力電圧は，2Vp-pと200 mVp-pで，周波数は，約1kHzです。出力はパネル面のチップ端子より取り出せます。

垂直偏向部　CH1，CH2 のツマミ及び端子は双方とも同一の機能を持っています。したがってCH1のツマミ及び端子等についての説明は，CH2 にも当てはまります。

CH1 (X)　CH2 (Y)　垂直軸の入力端子です。と，同時にX－Y動作の入力端子でもあります。端子は BNC形レセプタクルで，入力信号を接続します。プローブ使用の時も，この BNC形レセプタクルに接続します。

AC DC	入力の結合状態を選択する，プッシュボタンスイッチです。ボタンを押した時が，DC 結合，押さない時が AC 結合です。AC 結合の時，入力信号に直流分がある場合，直流分をカットし，交流分のみが観測出来ます。DC 結合の時は，入力信合の直流分を含めた観測が出来ます。
GND	この GND プッシュボタンスイッチを押すことにより，入力の BNC 形レセプタクルと，垂直軸増幅器の接続が切れ，垂直軸増幅器の入力が接地されます。又，この状態で，ブラウン管面の ZERO ボルト電位を知ることが出来ます。
VOLTS/DIV	黒色ツマミは，垂直軸偏向感度を 5 mV/DIV から，10V/DIV まで 11 レンジに切換えるロータリスイッチです。各レンジの指示値は，赤色ツマミの VARIABLE を右へ回し切った位置（CAL'Dの位置）で，管面の垂直軸方向 1DIV 当りの電圧感度を示します。
VAR ← CAL'D	VAR は VARIABLE の略で，垂直軸の連続減衰調整器です。減衰度は，左へ回し切った位置で約 1/2.5 になります。CAL'D は，赤色ツマミを右へ回し切った位置に於て，垂直軸増幅器の感度校正が行なわれている事を，示します。
POSITION ↕	スポットあるいは，輝線の垂直位置調整用のツマミです。右回しで上方へ，左回しで下方へ移動出来ます。
DC BAL	VOLTS/DIV を切換えた時の，輝線移動を最少にする半固定可変抵抗器です。本機では 2V/DIV と 5V/DIV レンジ間で調整を行ないます。
CAL	垂直軸の感度調整です。各レンジ共通です。

GND（端子）　パネル，シャッシ，および本体と電気的に接続されている端子です。（CH1，CH2共通）

POLARITY NORM INV　CH2の入力信号の位相を180°反転するプッシュボタンスイッチです。押した状態が反転動作となります。

以上，GND と POLARITY を除いて，CH1 と CH2 は同一の機能を持っています。

MODE　CH1 および CH2 垂直軸増幅器の動作を選択し，かつ切換える4連のプッシュボタンスイッチで，以下に述べる各動作に選択出来ます。

CH1　CH1 の垂直増幅器のみ動作し，単現象のオシロスコープになります。

CH2　CH2 の垂直増幅器のみ動作し，単現象のオシロスコープになります。

DUAL（CH1 CH2）　CH1 プッシュボタンスイッチと，CH2プッシュボタンスイッチを同時に押すと，CH1，CH2の各垂直軸増幅器が CHOP 又は ALT で切換わり2現象動作のオシロスコープになります。0.5S/DIV から1mS/DIV までは，CHOP で動作し，0.5mS/DIVから 0.2μS/DIV までは，ALT で動作します。

ADD　CH1 と CH2 を同時に動作させ，管面にCH1 とCH2 の入力信号の代数和，又は差の信号を描かせます。

CH1 ＋ CH2

差の場合は，CH2 の POLARITY プッシュボタンスイッチを押すと CH1 − CH2 の関係になります。

X－Y

X－Y方式の外部掃増幅器で，CH1がX軸（水平軸），CH2 がY軸（垂直軸）に切換わります。但し，X軸の周波数特性は，DC ～ 2 MHz －3dB となります。

水平軸偏向部

←→ POSITION

スポットあるいは輝線の水平位置調整用ツマミです。右回しで右方向へ，左回しで左方向へ位置移動が出来ます。

PULL 5 × MAG

POSITION ツマミと共用で，このツマミを引き出すと，輝線が管面中央を軸として水平方向へ5倍拡大されます。
但し。XY動作の時は5倍拡大は行なわれません。

TIME/DIV

黒色ツマミは，掃引時間を0.5 S/DIVから0.2 μS/DIVまで 20 レンジに切換えるロータリスイッチです。各レンジの指示値は，赤色ツマミの VARIABLE を右へ回し切った位置（CAL′ D の位置）で，管面の水平方向 1 DIV当りの掃引時間を示します。

VAR ← ▼CAL′D

この赤色ツマミは，掃引時間を連続的に変化させる調整器です。変化量は，左へ回し切った位置で約1/2.5 になります。CAL′D は，赤色ツマミを右へ回し切った位置に於て，掃引時間の校正がなされている事を示します。

LEVEL – 0 +

トリガーレベルの調整器です。トリガー信号波形の，どの部分から掃引を開始させるか，トリガー開始点を調整するツマミです。右回しでトリガーレベルが＋方向に，左回しで一方向に移動します。

PUSH ＋ PULL －

トリガー信号波形のスロープを選択するプルプッシュスイッチで，前項のトリガーレベル調整器ツマミと共用しています。PUSH ＋の時，波形の下から上へ向うスロープでトリガーし，PULL －の時，上から下へ向うスロープでトリガーします。

COMP AUTO　本器の大きな特長である COMPLETE AUTO TRIGGER 回路を動作させるプッシュボタンスイッチです。このボタンを押し，回路を動作させる事により，トリガーへの入力信号が，管面振幅で，0.3 DIV以上又は，EXTERNAL TRIGGER INPUT 端子（後面パネルの BNC レセプタクル）への入力電圧が 200mV以上あれば，トリガーレベルが自動的に追従し，確実にトリガーがかかり，本器は同期掃引動作を行ないます。この時でもトリガーレベルの設定が，入力信号の PEAK TO PEAK の範囲内で設定出来ますので，観測したい部分にトリガーレベルを設定する事が可能です。

AUTO　このプッシュボタンスイッチを押す事により，時間軸が自励掃引（フリーラン）の状態で動作します。観測信号が無くても，管面に明るい輝線が現われ，観測信号が 50Hz 以上の繰返し信号で，管面振幅 3%以上あればトリガーする事が可能です。（トリガーレベルが入力信号の範囲内にあれば，観測信号は同期し，範囲外であればフリーランします。）

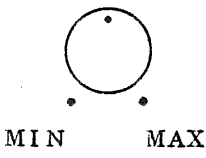
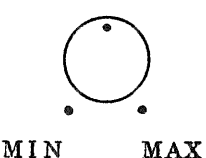
NORM　観測信号の無い場合，時間軸は待機状態に有り，掃引は行なわれません。信号の有る場合は，信号波形の PEAK TO PEAK の範囲内にトリガーレベルが有る時にのみ，信号に同期した掃引が行なわれます。

SINGLE　単掃引動作のプッシュボタンスイッチです。このボタンを押しますと，他の COMP AUTO, AUTO, NORM の3つのプッシュボタンは，そのボタンを押さない状態にもどり，SINGLE ボタン自体も元にもどります。

PUSH TO RESET　前項の単掃引動作プッシュボタンスイッチと共用しているプッシュボタンで，単掃引動作が一行程終了後再び単掃引動作の状態にもどす事が出来ます。

READY　このLEDが点灯している間，時間軸は単掃引動作の待機状態となります。

FLAT / HF REJ　トリガー信号の結合状態の切換えのプッシュボタンスイッチです。FLATの位置では，CH1, CH2, NORM, EXTからのトリガー信号が，そのままトリガー回路の入力に入ります。
HF REJ(HIGH FREQUENCY REJECTION又はREJECT)の位置では，約50 kHzを境とするハイカットフィルターが挿入され，信号に重畳している約50 kHz以上の高周波成分やノイズが，減衰してトリガー回路に入ります。

AC / DC　トリガー回路の結合状態を示すプッシュボタンスイッチです。ACの時，トリガー入力回路がAC結合となり，直流分がある場合，直流分をカットし交流分のみでトリガーします。
DCの時は，DC結合となり，直流分を含めたままでトリガーします。

NORM / CH1　CH2　EXT　トリガー信号源の種類を選択するプッシュボタンスイッチです。以下に述べる4種類に選択できます。

CH 1　垂直軸CH1に加えられた信号が，トリガー信号源となります。この時，垂直軸のMODEがCH2，DUALあるいはADDの状態であってもCH1の信号がトリガー信号源となります。

CH.2 垂直軸 CH2 に加えられた信号が，トリガー信号源となります。この時，垂直軸の MODE が CH1，DUAL あるいは ADD であっても CH2 の信号がトリガー信号源となります。

NORM CH1 CH2 上記トリガーの CH1 プッシュボタンスイッチと，CH 2 プッシュボタンスイッチを同時に押すと，NORM トリガーモードになり，管面に描かれている観測波形がトリガー信号源となります。

EXT EXT TRIGGER IN 端子に加えられた外部からの信号がトリガー信号源になります。

ストレージ部

NORM / STORAGE　NORM の位置で通常オシロスコープで動作し，プッシュボタンを押し込んだ STORAGE では，ストレージオシロスコープとして動作します。
又 NORM の位置で使用していて，STORAGE に切換えた際，一回管面を自動的に ERASE し，管面の不要な畜積波形を消す様動作します。

ENHANCE プッシュボタンを押した位置で動作します。レベルの調整は，ENHANCE LEVEL ツマミで行ないます。

AUTO ERASE プッシュボタンを押した位置で動作します。管面の畜積波形の保持時間の調整は，ERASE INTERVAL ツマミで行ないます。畜積，消去，畜積，消去を繰返します。

ERASE プッシュした時のみ動作し，一回イレーズします。このイレーズ動作は，HOLD ボタンを押さない限り優先されます。

HOLD プッシュボタンを押した位置で動作します。管面の畜積波形を瞬時に固定します。又この HOLD 機能は他の機能に対して最優先されますので，再びこのボタンを押し解除するか，STORAGE 動作から通常の NORM 動作にするか，或いは POWER OFF

しない限り固定し続けます。従って波形をしばらく畜積し，とどめたい時，このボタンを押し固定しておくと安全です。
なお波形の畜積時間は最大1時間以内に留める事が大切です。長時間同一管面上に畜積し続けるとCRTの寿命が極めて短くなりますので注意が必要です。

ERASE INTERVAL

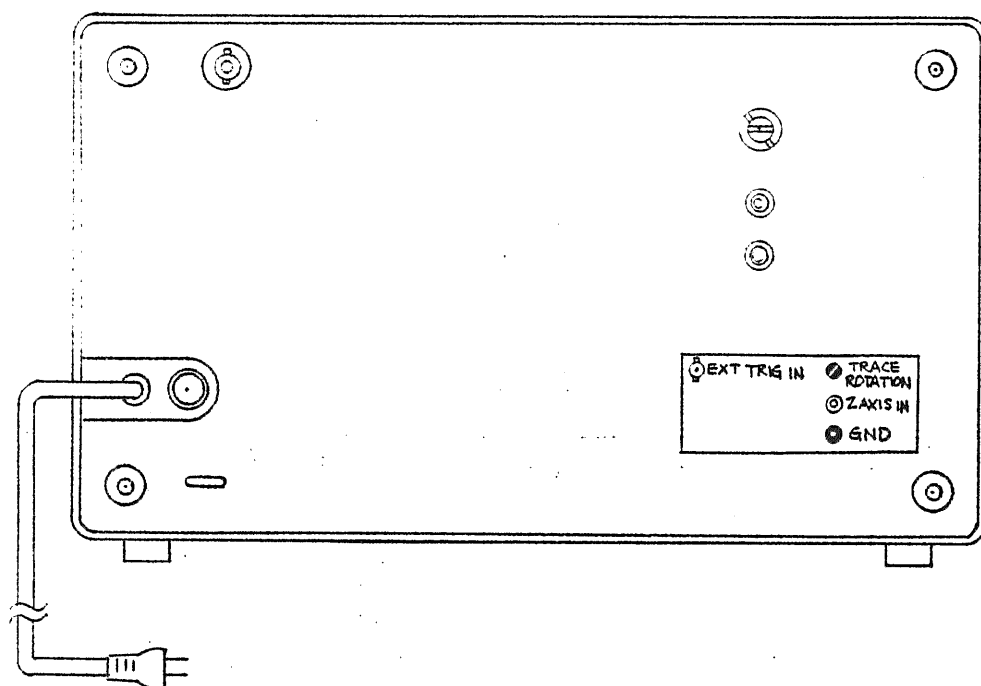
前述のAUTO ERASEプッシュボタンを押した時のみ動作し，管面の畜積波形の保持時間を約1秒～30秒迄，ツマミの位置で調整することができます。

MIN ⟶ 約1秒　MAX ⟶ 約30秒です。

ENHANCE LEVEL

前述のENHANCEプッシュボタンを押した時のみ動作し，記録速度をENHANCE（増強）することができます。ENHANCE LEVELツマミをMINからMAXの方向へ廻すことにより増強され，MAXでは管面全体が畜積状態になりますので，波形観測上許される所までツマミを廻す必要があります。
ENHANCEしない状態での記録速度は約40 μS/DIVで，ENHANCEし，LEVELツマミを廻し比較的画質を悪くしない所まで増強して約20 μS/DIVまで，記録速度を上げることができます。

3.2 背面パネルの説明

背面パネルには，EXT TRIG IN端子（BNC形レセプタクル），TRACE ROTATION（半固定抵抗器），Z AXIS IN 端子（バインデングポスト），ヒューズホルダー，電源コードなどが，あります。これらの一部には，表示がなされています。

EXT TRIG IN　外部からのトリガー入力用 BNC レセプタクルです。

Z AXIS IN / GND　外部からの輝度変調入力用端子です。赤端子がホット側，黒端子が GND になります。使用しない時は，附属のショートバーで短絡しておきます。

TRACE ROTATION　輝線の水平傾きの位置修正用半固定抵抗器です。

FUSE　ヒューズホルダーで1Aのスローブローヒューズを使います。左へ回転させるとキャップがはずれ，ヒューズが取り出せます。

AC LINE ACコードです。プラグを規格内のACラインに接続して使用します。

3.3 取扱上の注意

ライン入力電圧　本器のライン入力電圧は100V±10%の範囲で正常に使用出来ます。
この範囲外の供給電圧での使用は，動作不完全あるいは故障の原因になりますので，適当な方法で100V±10% の範囲内で使用して下さい。

周囲温度　本機が正常に動作するための周囲温度は0℃～40℃の範囲です。

環境　高温多湿の環境で長期間の使用，又は放置は，故障の原因になり，本器の寿命を短かくしてしまいます。
また周囲に強力な磁界や電磁波等のラジエーションがある場所での使用は好ましくありません。観測に悪影響を与えます。

ブラウン管の輝度　輝度を明るくし過ぎたり，スポットのままで，長時間放置しないで下さい。ブラウン管の寿命を大きく損ないます。

入力端子の耐電圧　各々の入力端子及び附属のプローブは，次の様に最大許容入力電圧が規定してあります。
規定以上の電圧を加えると，故障又は破損することがありますので，注意が必要です。

CH 1, CH 2 端子	
VOLTS/DIV が 5mVレンジ	400V (DC + ACピーク)
それ以外の レンジ	600V (DC + ACピーク)
プローブ (960 BNC)	600V (DC + ACピーク)
EXT TRIG IN 端子	100V (DC + ACピーク)
Z AXIS IN 端子	100V (DC + ACピーク)

ただし，繰返し周波数 1 kHz 以下

ストレージ動作における注意事項

① STORAGE動作の状態にし，POWER ON した場合管面全体が畜積状態になりますので，1〜2度かならずERASE ボタンを押し使用下さい。ERASE しないで放置すると，CRT の寿命を短かくする恐れがあります。又同様に NORM で使用していて，STORAGE 動作に切換えた場合，自動的に ERASE機能が動いて，ERASE されますが，なお 管面の一部分に畜積が残っている場合は 1〜2度 ERASE し，使用して下さい。

② 読取時間は，約1時間です。従って，管面に何か畜積した場合，その状態で1時間以上放置すると，CRTの畜積能力や記録速度の劣化をきたします。必要最少限の時間だけ畜積する使い方が好ましく，CRTの寿命を長くすることになります。
又下記の注意も，してはいけないこととして必要です。
2－1 輝度を上げ，スポットにして放置する。
2－2 輝度を上げ，水平輝線のまま放置する。
2－3 1mS／DIV以下の低掃引レンジで掃引放置する

③，②に関連して，波形等を，HOLDボタンでHOLDし放置すると同様に寿命を短くします。特にHOLD状態では，波形等を確実に固定し又，操作者もそのまま忘れて放置してしまう事が多く注意が必要です。

3.4 電源変更

本機は，100V 以外での使用にも応じられる様，電源トランスにタップを設けてありますので，必要に応じAC入力電圧の変更ができます。またACプラグは，125V－7Aまでの規格ですから125V 以上のACラインでの使用の場合は，取り替える必要があります。ヒューズは下表の規格のものを使用して下さい。

	ヒューズ (A)	注
90 ～ 110 100 ～ 120 105 ～ 129	1	スローブローヒューズを使用のこと
180 ～ 220 200 ～ 240 210 ～ 258	0.5	

4. 操　　作

電源を投入する前に，正面パネルのツマミを次の様に設定して下さい。

INTEN, POWER OFF		左へ回し切る
FOCUS		ほぼ　中央
NORM, STORAGE		NORM
MODE		CH1 ボタンを押す
TRIGGER	LEVEL	ほぼ　中央
	FLAT−HF REJ	FLAT
	AC − DC	AC
	CH1−CH2−NORM−EXT	CH1
	COMP AUTO−AUTO−NORM	AUTO
	−SINGLE	
TIME/DIV		0.2 mS
POSITION（水平）		ほぼ　中央
CH1	POSITION（垂直）	ほぼ　中央
	VOLTS/DIV	0.2V（赤ツマミはCAL'Dの位置）
	AC − DC	DC
	GND	GND ボタンを押す。

電源コードをAC100V に接続し，INTENツマミを POWER OFFの位置から右へ回します。カチッと音がして，POWER ON になり，パネル面左上の LED（発光ダイオード）が点灯し，本器に電源が投入されます。
約10秒後，さらにINTEN ツマミを右へ回し，適当な明るさのトレースが現れる位置にセットします。

FOCUSの調整

CH1 POSITION 及び，水平 POSITION ツマミを回し，輝線を管面のほぼ中央へ位置させます。

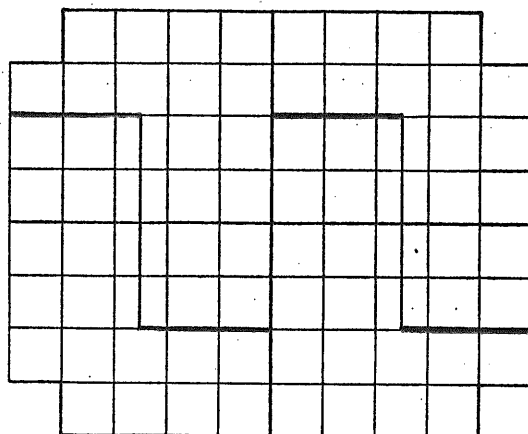
FOCUS ツマミを回し，輝線が最もシャープになる様調整します。

4.1　校正電圧波形を加え管面に波形を出す。

本器の校正電圧（CALIB）の信号を，CH1 の入力端子に附属の BNC端子アタブタを取付け，出来るだけ短い線で接続し，管面に校正電圧の方形波をトレースさせます。（CALIB 出力は200 mVを使用する。）
パネル面の操作は次の様にします。

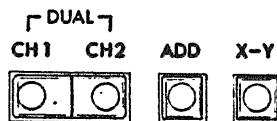
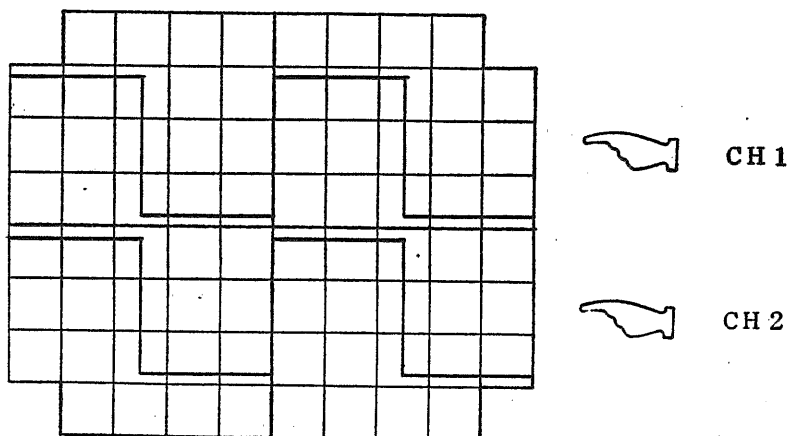
AC－DC（CH1）	プッシュボタンスイッチ	DC
GND　（CH1）	〃	押さない状態にする。
VOLTS／DIV（CH1）	ツマミ	50mV
VARIABLE　（CH1）	〃	CAL′D
TIME／DIV	ツマミ	0.2mS
VARIABLE	〃	CAL′D
その他のツマミ，プッシュボタンスイッチ		電源投入時と同じ。

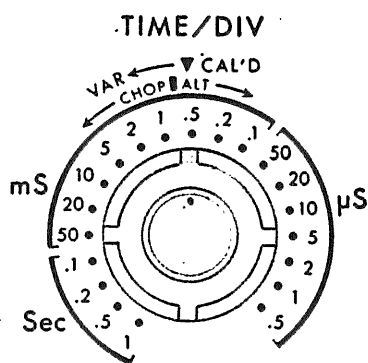
以上に設定すると，管面振幅4 DIVの方形波が観測出来ます。

CALIB (Vp-p)　2V　200mV

VOLTS/DIVツマミを，左回しに1レンジづつ切換えると，垂直の振幅が減衰して行きます。VARIABLE ツマミを左へ回すと，やはり振幅が連続的に減衰します。以上の操作により入力信号と，VOLTS/DIV及び，VARIABLE の関係が解ります。

4.2　2現象動作とADD動作

2現象動作

MODEプッシュボタンスイッチをDUALします。（CH1プッシュボタンとCH2プッシュボタンとを同時に押して下さい。）前項までの操作では，CH1にだけ校正電圧信号が入り，CH2は無信号状態ですが，CH2 にも同様に校正電圧信号（200mV）を加えます。この時，トリガーは前項同様CH1にし，CH1に加えられた信号でトリガーさせます。

CH1 に加えられた信号に対し，同期の関係にある信号がCH2 にも加えられれば，必ずCH1，CH2 共静止した観測波形が得られます。

本器の２現象動作には，CHOP，ALTの各々のスイッチはなく，DUAL のプッシュボタンスイッチしかありません。
実際には，CHOP，ALTの切換は，TIME/DIV ツマミと連動し，1S～1mS/DIVのレンジがCHOP動作，0.5mS～0.5μS/DIVレンジがALT動作となる様，設計されています。

CHOPの領域で動作させている場合などで，CH 1に加えられる信号の振幅が比較的小さく，しかもS/N比の悪い条件で，安定したトリガーが得られず観測しにくい時は，HF REJ ボタンを押し，50kHz以上の高い周波数成分を取り除いてやると，観測し易い場合があります。

ADD動作

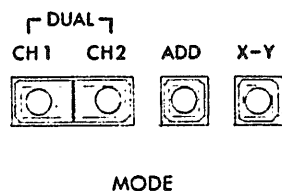
MODEプッシュボタンスイッチをADDにします。CH 1の信号，およびCH 2の信号の和，又は，差の信号観測が出来ます。

CH 1 ± CH 2 ＝ ADD波形

次にCH 2 POLARITYプッシュボタンスイッチをINVモードにします。この状態では,CH 1 － CH 2になり，差の信号観測が出来ます。

INVの状態：CH 2の信号が180°反転します。

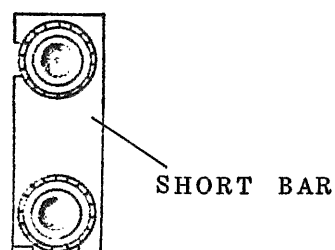
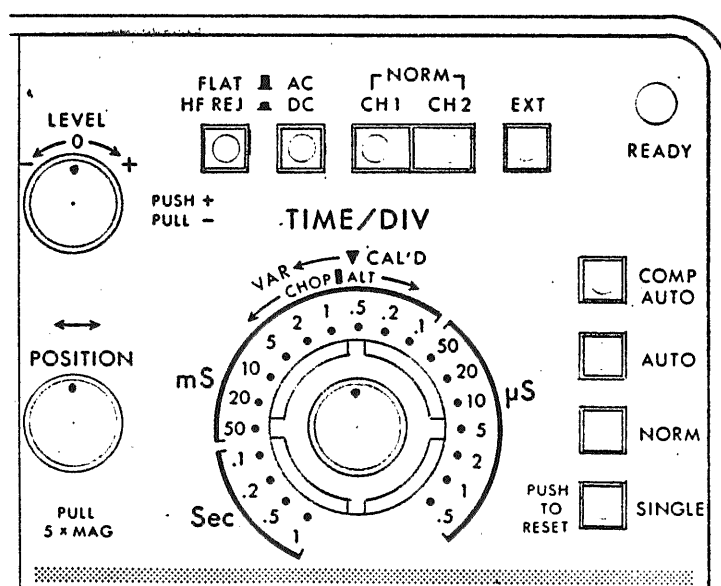
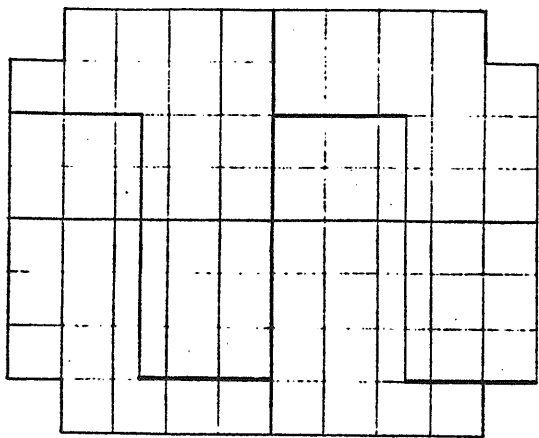
4.3　X－Y動作

MODE プッシュボタンスイッチをX－Yにします。
この一動作で，CH1が×軸，CH2 がY軸に設定出来ます。

Y軸は，CH2単現象動作の CH2 と全く同じ電気的特性で使用出来ますが，X軸は，周波数帯域帯が DC～1MHz－3dB となります。　（但し，VARIABLE ツマミ，CH1 POSITION ツマミは動作しません。）
X軸のポジションは，水平の POSITION ツマミにより変化することが出来ます。又，X－Y動作でない通常のスイープ状態の時より，動きがシャープになっています。それ以外は，CH1単現象動作の CH1 と全く同じ電気的特性で使用出来ます。

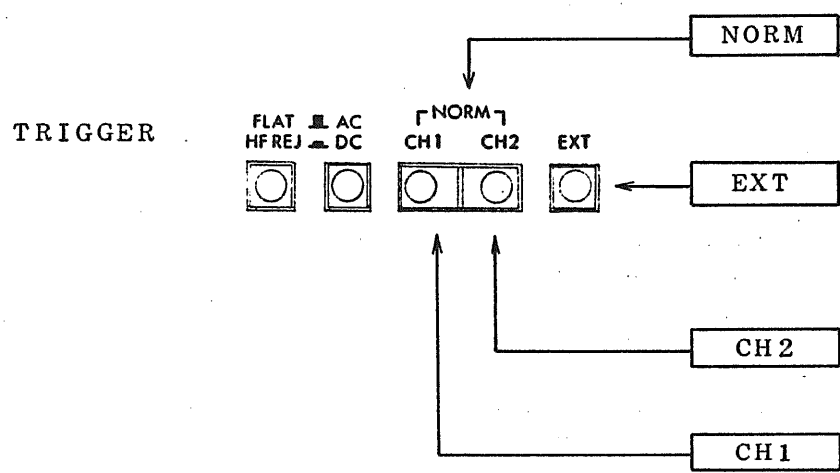
次に，校正電圧を，X，Yの両軸に加え，適当な振幅になる様，各々の VOLT/DIV レンジを調整し，管面の対角線に，2つのスポットを出します。周波数比1：1，位相角 ≅ 0の方形波のリサージュ図形が描かれます。

なお，X－Y動作時には，水平のポジションツマミと連動している 5×MAG の動作は，不動となります。

4.4 INTEN MOD

輝度変調信号入力端子で，背面に位置しています。
附属のショートバーをはずし，赤色端子と黒色端子(GND)間に信号を加えて使います。
使用しない時は，ショートバーを取り付けて置きます。

4.5 トリガーおよび時間軸

校正電圧は，約1 kHz の方形波で，TIME/DIV ツマミが 0.2mS/DIVの時，方形波の1つの繰返しが水平方向に約 5DIV の長さで観測出来ます。

TIME/DIVツマミを右方向へ切換えて行くと，掃引時間が速くなり，左方向へ切換えて行くと遅くなります。
また，VARIABLEツマミで，掃引時間を連続的に変えられます。

4.6 トリガー信号源の種類

観測信号波形を安定に管面に静止させるには，トリガー回路に，観測信号波形と同期した入力信号をトリガー回路に加え，そのトリガーにより，時間軸を掃引させ観測信号波形を静止させます。
トリガー回路に加えられるトリガー信号の種類には，オシロスコープ内部から加えられるNORM（管面波形），CH 1（CH 1の信号），CH 2（CH 2の信号）か，オシロスコープの外部から加えられる信号EXT（背面パネル表示－EXT TRIG IN）と，大別して4種類の信号に分けることが出来ます。

4 6.1　内部トリガー（NORM, CH1, CH2）

内部トリガーの場合は，入力信号を垂直増幅器の途中で PICK UP し，トリガー用増幅器で，トリガーするに必要な電圧まで増幅して，トリガー回路へ内部で接続されます。
NORM では，管面の波形（CH1 & CH2）がトリガー信号となります。
CH 1 では，CH 1の入力信号だけがトリガー信号となります。
CH 2 では，CH 2の入力信号だけがトリガー信号となります。
本器では，CH1 および CH2 の入力にそれぞれ同期している信号を加えた場合，CH1 でトリガーをかけ，CH2 のみを観測する，又はその逆の動作等がワンタッチで出来ます。

4.6.2　外部トリガー（EXT TRIG IN）

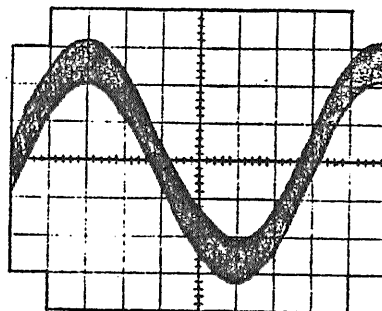
外部トリガーは，垂直軸増幅器などの影響を受けずに，トリガー回路を動作させることが出来ます。
例えば，内部トリガーの場合，VOLTS/DIV を切換えたり，垂直軸ポジションを動かしたりすると，トリガー回路に加わる電圧に影響を与えます。従って入力信号の波形によっては，不安定なトリガー状態になったりすることもあります。
このような場合，外部トリガーで使用すれば，垂直軸増幅器系のどのツマミを動かしても，外部トリガー信号波形に変化をおよぼさない限り，安定にトリガーさせることが出来る訳です。
外部トリガー信号は約10 Vp-p 以下の信号電圧で使用します。

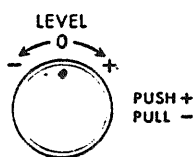
4.7.　AC と DC

本器では，トリガー入力の結合を DC結合ともする事が出来ますので，トリガーの使用法が極めて多用途の目的に使えます。特にトリガーの入力信号が，5Hz 以下～DC の場合や，単掃引動作で使用の場合など，DC結合ならではのトリガリングに最適です。AC結合の場合は，5 Hz 以上～10 MHz のトリガー入力信号や，直流を含んだトリガー信号など，一般動作の時，使用します。

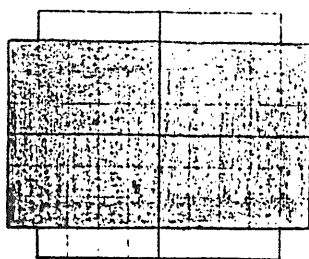
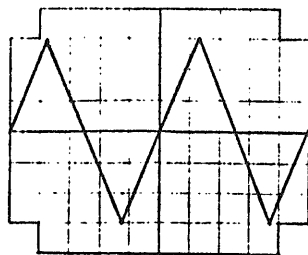
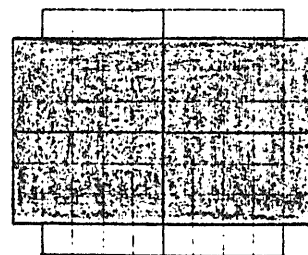
4.8 FLAT と HF REJ

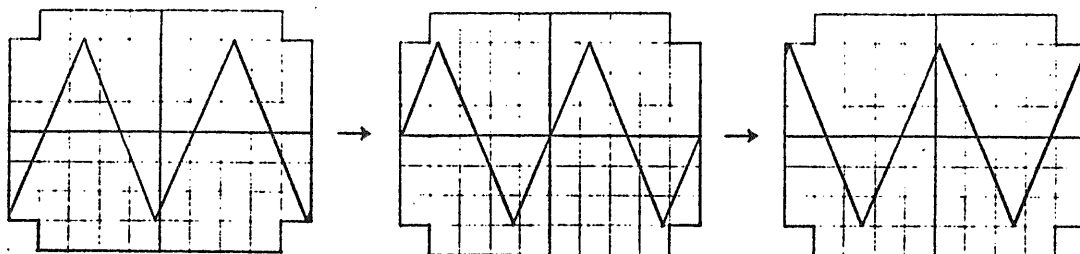
HF REJは，約50kHz で－3dB となる様なハイカットフイルターが，トリガー入力回路の前に挿入されますので，トリガー入力波形に不要なノイズや，高周波成分が重畳している時，有効なスイッチです。
又，2現象動作で，TIME/DIV ツマミが，CHOPの領域にある時，HF REJにしますと，同期の乱れがなくなる場合もあります。

50 kHz 以上の高い周波数が重畳した波形

FLATは，DCから10MHzまでのトリガが信号に対し，常に安定したトリガーをかける事が出来ます。

4.9 LEVELツマミと PUSH＋，PULL－

本器の CH1入力端子に，約1 kHz の正弦波信号又は，三角波信号を加えます。（管面の振幅が6 DIV 以上振れる様，入力信号又は，本器の入力減衰器を調節して下さい。）
パネル面の操作は次の通りです。

FLAT HFREJ	FLAT
AC DC	AC
CH1, CH2, NORM, EXT	CH1
TIME/DIV	0.2mS/DIV
COMP AUTO, AUTO, NORM, SINGLE	AUTO

LEVELツマミを左から右へ回すと，管面の波形は，フリーランの状態から，LEVEL ツマミのある位置で同期がかかり，波形の書き出し点が下から上へと移動し，再びフリーラン状態となります。LEVELツマミを右から左へ回すと，逆の現象が管面で観測されます。

イ）フリーラン　　ロ）同期状態　　ハ）フリーラン

波形が静止した位置から LEVELツマミを右へ回すと，波形は静止したままで管面の右から左へと移動し，輝線の書き出し部分も下から上へと移動します。（トリガーレベルの移動）

次にレベルツマミをゆっくりと引き出します。書き出し部分のスロープが逆になります。これはトリガーが負極性で同期のかかっている事を示します。

PUSH ＋

PULL －

4.10. COMP AUTOの操作

前項で設定したパネル面のスイッチの内，AUTO プッシュボタンスイッチから COMP AUTO プッシュボタンスイッチに変えます。同時に，本器の入力減衰器を操作して，管面の信号波形振幅を約 0.3 DIV にします。この時，管面信号波形は，同期した静止画像のまま振幅のみが，減衰している事が確認されます。(TIME／DIVツマミを 1 mS/DIV にすると，良くわかります。)
又，振幅を 8 DIV 以上にしても，同期した静止画像が得られます。

4.11. AUTOの動作

AUTOの位置では，トリガー入力信号が無い場合でも，自動的に時間軸が掃引し，掃引時間の速いレンジでも，明るい輝線が現われ，ZERO レベルの確認が容易です。

4.12. NORMの動作

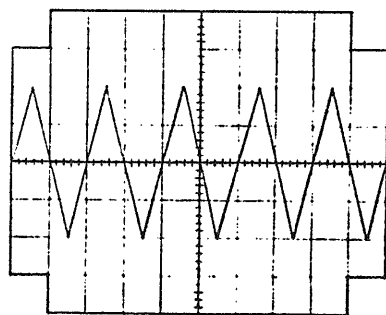
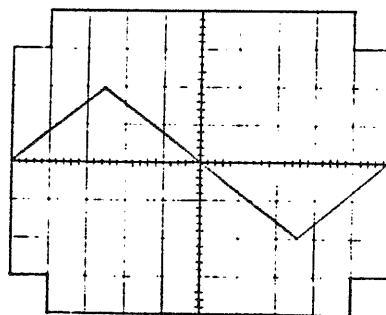
NORMの位置では，本器への入力信号が全くないが，後面パネルにある EXT TRIG IN 端子への入力信号が 200mVp-p 以下の場合，あるいは，LEVEL ツマミの位置が，トリガー点を越えた場合，等，時間軸は待機し，管面から輝線が消えます。

4.13. SINGLEの動作

SINGLE(単掃引)を行なうには，次の操作をします。

A) まず繰返し波形を CH1 か CH2に加え，トリガーのモードを，NORM にして，トリガーLEVEL ツマミを調整し，同期波形を管面に出します。
B) 上記のトリガーモード NORM を SINGLE に切り換えます。
C) 加えていた入力信号を切ります。
D) SINGLE スイッチを再度押します。(PUSH TO RESET 動作)
E) スイッチから指を離すと，もとの状態にもどりますが，パネル面右上方の LED が点灯し，時間軸は待機の状態となります。
F) 再び，観測しようとする入力信号を加えると，その信号でトリガされ，時間軸回路は一回だけ掃引し，LED は消灯します。時間軸は，SINGLE プッシュボタンスイッチを押さない限り再び動作することはありません。

4.1 4　掃引拡大の操作（ PULL 5×MAG ）

入力信号の一部を拡大し観測する場合は，掃引時間を遅くすれば良いのですが，掃引のスタート点以後の遅れた部分を拡大して見たい時，掃引時間を遅くすると，その見たい部分が管面外へ出てしまうことがあります。
この場合，水平 POSITION ツマミを手前に引き出し，5×MAG すると，管面の中心から左，右へ5倍拡大出来ます。

イ）拡大前

ロ）拡大後

拡大した時の掃引時間は次式で求める事が出来ます。

TIME／DIV　（指示値）÷ 5 ＝掃引時間／DIV

本器の場合，0.5 μS/DIVを5倍拡大して100nS/DIV の高速掃引で，観測が行なえます。
拡大する事により，輝度が低下しますので，次の場合以外は拡大しない方が良いでしょう。
1）掃引のスタート点から離れた部分を，部分拡大して観測したい場合
2）0.5 μS/DIV より速い掃引をさせたい場合

4.1 5　垂直軸入力信号の加え方

4.1 5.1　被覆電線の使用

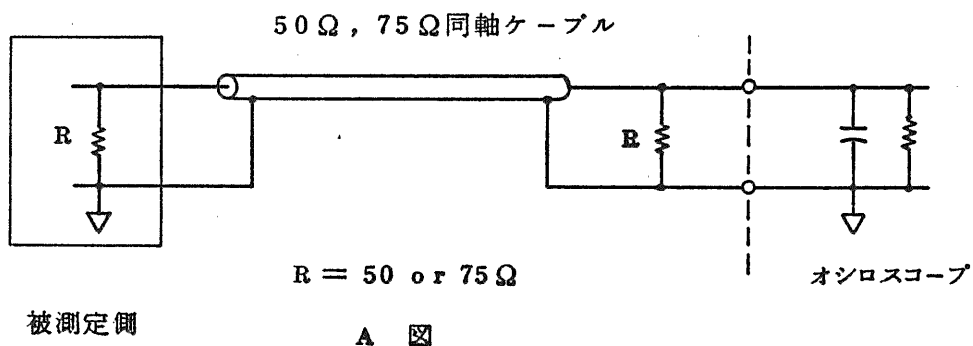
垂直軸の入力端子に附属の BNC 端子アダプタを取り付けて，この端子アダプタに被覆電線を接続し，入力信号を加えます。しかし，被覆線がやや長い時や，入力信号源のインピーダンスが高い場合，誘導を受け易く対アース間の漂遊容量も大きく，観測に支障をきたします。
10：1 のプローブを使用した時に比べると，被測定回路などにおよぼす影響が大きくなります。

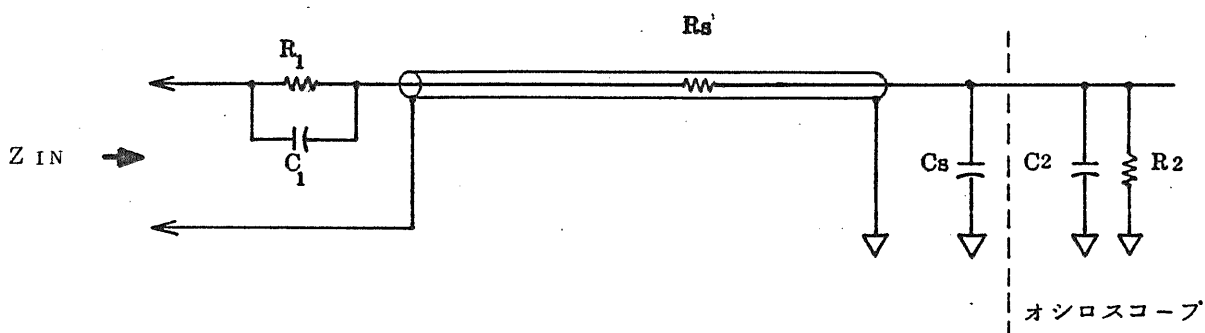
4.15.2 シールド線の使用

シールド線などを使用することにより，外部からの誘導を防止することができますが，信号源と，アース間の容量が 50pF～100pF/m と大きく，信号源のインピーダンスが比較的高く，また高い周波数成分を含んだ信号波形の観測には適しません。

4.15.3 同軸ケーブルの使用

信号源のインピーダンスが，50Ω，75Ωの時は，インピーダンスの合った同軸ケーブルを用い，インピーダンスマッチングを取ることにより，高い周波数成分を含んだ信号を減衰しないで伝送することができます。
インピーダンスマッチングを取る場合は，図のように，オシロスコープの入力側に，同軸ケーブルの特性インピーダンスに合った50Ω又は75Ωの純抵抗Rで終端し，使用します。

A 図

4.15.4 プローブの使用

本機の附属の減衰比 10：1 のプローブを用います。
オシロスコープからプローブ本体までの線およびプローブ本体は電気的にシールドされ，外部からの誘導を受けません。

$$Z_{IN} = \frac{R_1 + R_2}{\omega C(R_1 + R_2) + 1}$$

$$C = \frac{C_1 \times (C_2 + C_s)}{C + C + C}$$

R_s ：ケーブルの直列抵抗

C_s ：ストレーキャパシタンス＋ケーブルの容量

減衰用抵抗器R1と，その並列容量C1とで，広帯域のアッテネータが，作られあいて観測する信号源のインピーダンスが高い場合，あるいは，高い周波数成分を含む信号の観測に適し，被測定側にあまり影響を与えません。

減衰比は $\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1\,M\Omega}{9\,M\Omega + 1\,M\Omega} = \frac{1}{10}$

で，10：1ですが，これは電圧レベルを単に $\frac{1}{10}$ に分圧することが目的でなく，被測定側に与える影響を軽減するためです。

4.15.5 プローブ使用における注意事項

1）20頁に記載した最大許容入力電圧を守ること。

2）アースリード線について，広帯域で，しかも高感度で使用する場合は，必ず附属のアースリード線を使うこと。
2現象で使用する時も，各々のアースリード線を使用すること。

3）プローブの位相合せは，正確にすること。又，本機に附属のプローブをかならず使用すること。

4）プローブに，機械的ショックや強い振動を与えないこと。
又，極度に折曲げたり，強く引張らないこと。

5）プローブ本体および先端の材質は，熱に弱いので，リード線を挟んだままで，近くの半田付けをしないこと。

4.15.6　AC結合での使用

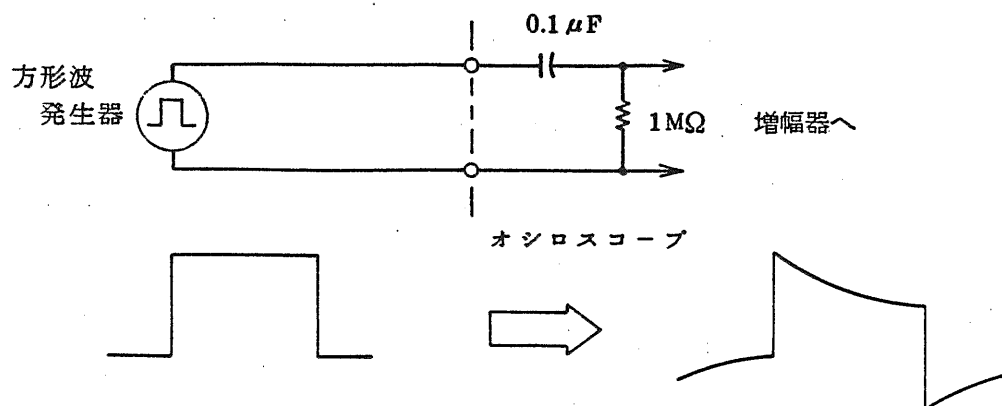
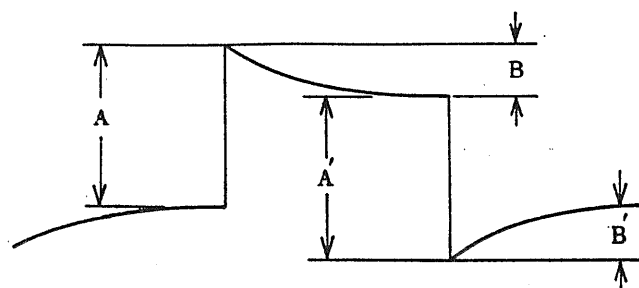
前述のとおり，直流電圧に重畳したACの波形観測は，通常AC結合で使用します。

繰返し，周波数が，約1 kHz以下の低周波信号では，位相の進み，又は遅れが生じ，且つ振幅が減衰しますので，注意が必要です。

特に，繰返し周波数が，1 kHz以下の方形波信号では，図のようなサグとなり，波形歪として表れます。

①は，低周波成分が，進み位相で，振幅が減衰している場合
②は，低周波成分が，遅れ位相で，振幅が減衰している場合
に生じる代表的なサグの例です。

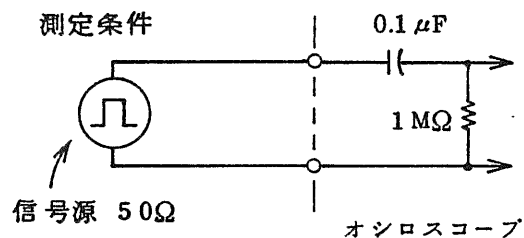
但し，DC結合で，使用すれば，サグのない波形観測ができ，理想的です。

本機の入力インピーダンスは，1 MΩ，AC結合コンデンサが0.1 μFで，繰返し周波数が低い方形波又は，ステップ電圧を加えると，通常①の波形に近いサグが観測されます。

サグの程度は，次のように求めることができます。

A ： 基本振幅

B ： サグ

$$サグ(\%) = \frac{B}{A} \quad (又は \frac{B'}{A'}) \times 100$$

本機のサグの程度の例を表に示します。

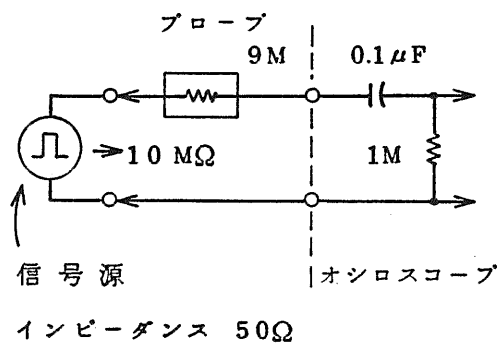
繰返し周波数	サグ(%)
10 Hz	26
50 〃	4
100 〃	2
500 〃	0.6

測定条件

10：1のプローブを使用した場合のサグの程度の例を表に示します。

繰返し周波数	サグ(%)
10 Hz	2.6
50 〃	0.4
100 〃	0.2
500 〃	0.06

測定条件

信号源

インピーダンス 50Ω

以上の表の結果からも解るとおり，入力インピーダンス1 MΩ のオシロスコープに直接接続するより，10：1のプロブを使った方が，約1/10サグの少ない観測ができます。
ただしプローブを使うと，入力信号が1/10に減衰します。
DC 結合では，使用できず，しかもサグの少ない観測が要求される場合は，10：1のプローブを使うと有利です。

5. 測　　定

5.1 電圧の測定

5.1.1 DC電圧の測定

1) トリガーを AUTO にし，時間軸をフリーランニングにし，TIME/DIV を 1 mS/DIV 前後の輝線を出します。

2) 次に，垂直軸入力の GND プッシュボタンスイッチをGND にします。この時の輝線の位置が，垂直入力が 0V の位置となるので，管面の測定し易い位置に，POSITION ツマミで設定します。

3) AC，DC,プッシュボタンスイッチを DC にし，測定する電圧を垂直軸の入力に加え，その時の輝線の移動量を管面目盛上で読み取ります。

4) 電圧を加えた時，輝線が，管面外へ出てしまう場合には，VOLTS/DIV を左へ廻し，感度の低いレンジに切換測定し易い位置に移動するようにし測定します。

5) 輝線の位置が，測定前の位置より上方であれば電圧の極性は，+，下方であれば − となります。

6) 測定は，VARIABLE を右へ廻し切った，CAL' D の位置で行えば，1DIV 当りの電圧感度が校正され，値の読み取りが容易です。

○直接入力端子へ加えた場合

電圧　V＝VOLTS/DIVの指示値 × 振れ DIV

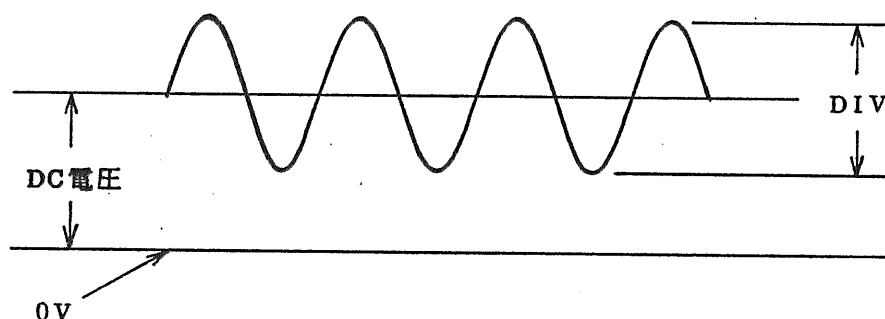
○ 10：1のプローブ使用の場合

電圧　V＝VOLTS/DIVの指示値 × 振れ DIV × 10

5.1.2 AC電圧の測定

AC電圧が，DC電圧に重畳されている場合，AC，DC，プッシュボタンスイッチをDCで使用すると，DC電圧がAC電圧に比べ高い場合，DC電圧のため輝線が管面外へ出てしまうことがあり，AC電圧の部分が観測できなくなります。

この場合，垂直POSITIONで，AC電圧部分を管面内へ移動できる時もありますが，VOLTS/DIVを感度の低い方向へ切換え，AC電圧部分を管面内に出します。

しかし，通常AC，DC，プッシュボタンスイッチをACにし，直流電圧をカットし，AC電圧分のみを適当な振幅で，観測します。

振幅cmから

電圧　V_{p-p} = VOLTS/DIVの指示値×振幅DIV

10：1　プローブ使用では

電圧　V_{p-p} = VOLTS/DIVの指示値×振幅DIV×10

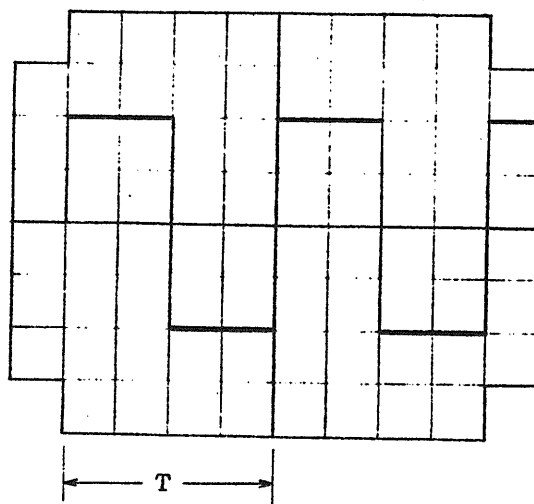
で求められます。又正弦波の実効値Vr.m.Sは

$$Vr.m.S = \frac{Vp-p}{2\sqrt{2}}$$

で求められます。

5.2　時間の測定

時間間隔の測定

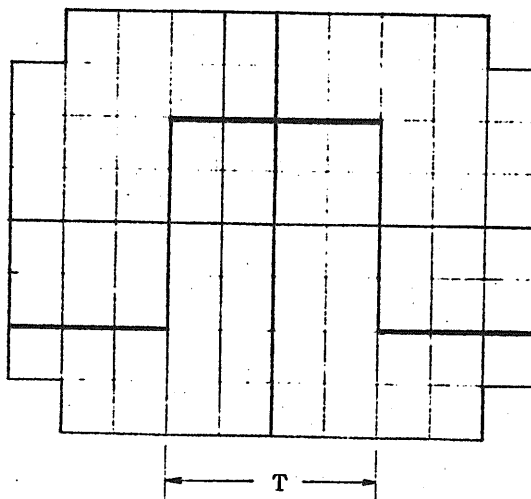
波形の任意の2点間の時間間隔測定は，TIME／DIVのVARIABLEをCAL'Dにすることにより，TIME／DIVの指示値からTを直続することができます。

時間T（Sec）＝TIME／DIV（Sec）×読み取り長さ（DIV）

×拡大器の倍率……………………………（A）

拡大器の倍率は，拡大しない時　1，　　拡大した時　1／5＝0.2

になります。

5.3　パルス幅の測定

観測パルス信号を，管面のほぼ中央に位置させ，測定し易い2～4 DIVの振幅にセットします。

TIME／DIVのVARIABLEをCAL'D　にします。パルス幅が，狭い場合，必要に応じて，5X　MAG　を動作させ，Tを読み取り（A）式で算出します。

5.4　パルスの立上り，立下り時間の測定

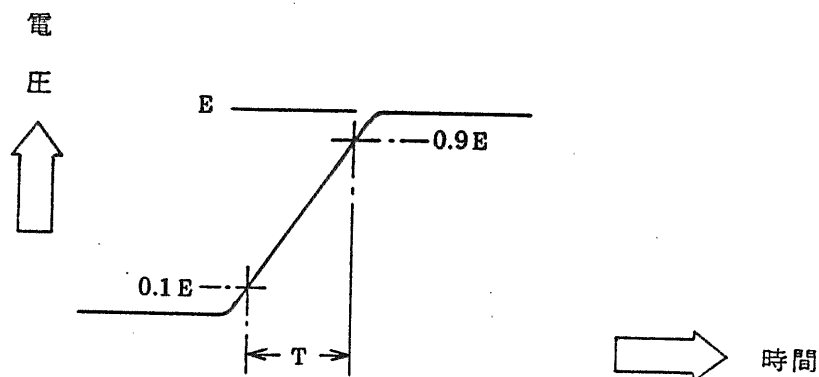
パルス幅の測定と同様に操作し，Tを読み取り，（A）式で算出します。この場合，パルスの立上り又は，立下り時間が，本機自身の立上り時間 35 nS に比べ，充分に遅い時は直続できますが，速い場合は，次の式で補正しなければなりません。

$$T_n = \sqrt{T^2 - T_O^2 - T_G^2}$$

T_n　：真値

T　：実測値

T_O　：本機の立上り時間 35 nS （計算値）

T_G　：信号発生器の方形波立上り時間

5.5　周波数の測定

周波数の測定には，次の3種類の方法があります。

1）波形の1サイクル当りの時間Tを測定し（A）式から算出します。

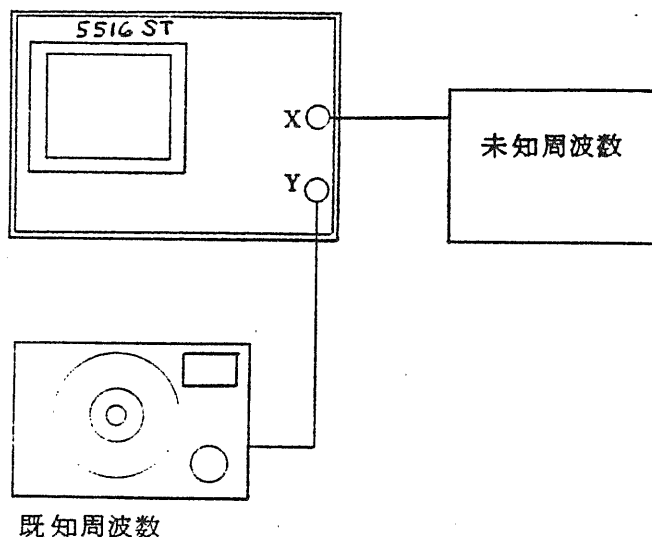
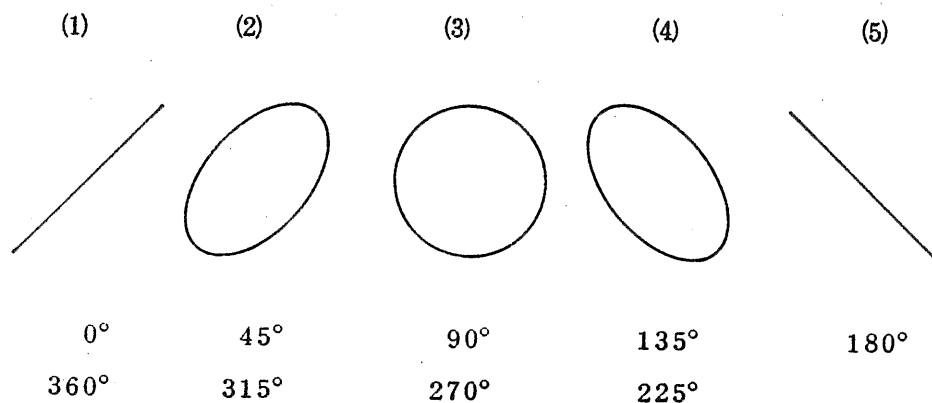
$$周波数\ f\,(Hz) = \frac{1}{周期T\,(Sec)}$$

2）10～20 サイクル当りの時間を求め，水平方向の目盛10DIVの中に入る周期の数 N を数えて，式から算出します。

$$周波数\ f\,(Hz) = \frac{N}{TIME/DIVの指示値\,(Sec) \times 10}$$

この方法は，　の場合に比べて，Nが大きい場合に測定誤差を少なくすることができます。

3）以上の２つの方法は，時間測定による周波数の測定ですが，周波数が，10kHz 以下で，正弦波のように，単純な波形の場合は，X－Yスコープの動作にし，リサージュ図形で，周波数を測定できます。
操作方法は，　頁のX－Y動作の所を参照下さい。

接　続　図

X，Y軸に加える信号の大きさにより，感度を各々適当に調整し，X，Y共ほぼ同一の振幅になるように，VOLTS/DIV 或いは，VARIABLEをセットします。
次に，既知信号周波数を変化させて行くと，図のように，1：1のリサージュ図形が描けます。

周波数比が，1：1のリサージュ図形は，円，楕円，直線のいずれかであり，1：1の周波数比に近づくと，前図の(1)→(5)→(1)と，図形で連続的に往復します。

さらに周波数が近づくと，変化はゆっくりになり，一致すれば(1)〜(5)の形で静止します。

この時の既知周波数が，求める周波数と等しくなります。

以上周波数を広範囲に連続可変できる発振器を用いて，周波数比1：1の図形を用いるのが，もっとも容易で，正確な方法です。

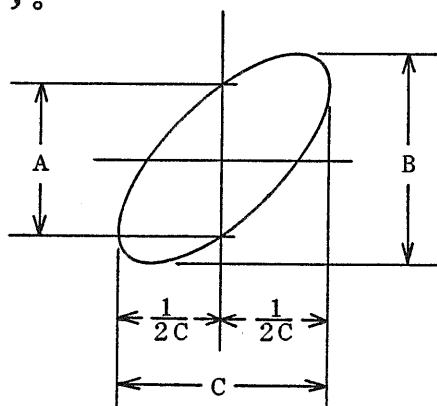
5.6　位相差の測定

1）リサージュ図形による位相差の測定

周波数測定の所で述べたように，X，Y動作にし，リサージュ図形を描かせます。

この場合，X軸増幅器およびY軸増幅器の感度は，できるだけ最大で使用します。又，信号源の出力を，管面の中央附近で，映像波形の振幅が5％以上となるように調整します。

図のように，A・B・を測定し，算出します。

$$位相差\ \theta = \sin^{-1}\frac{A}{B}$$

リサージュ図形による位相差の測定方法は，従来から知られていますが，次のような欠点があります。

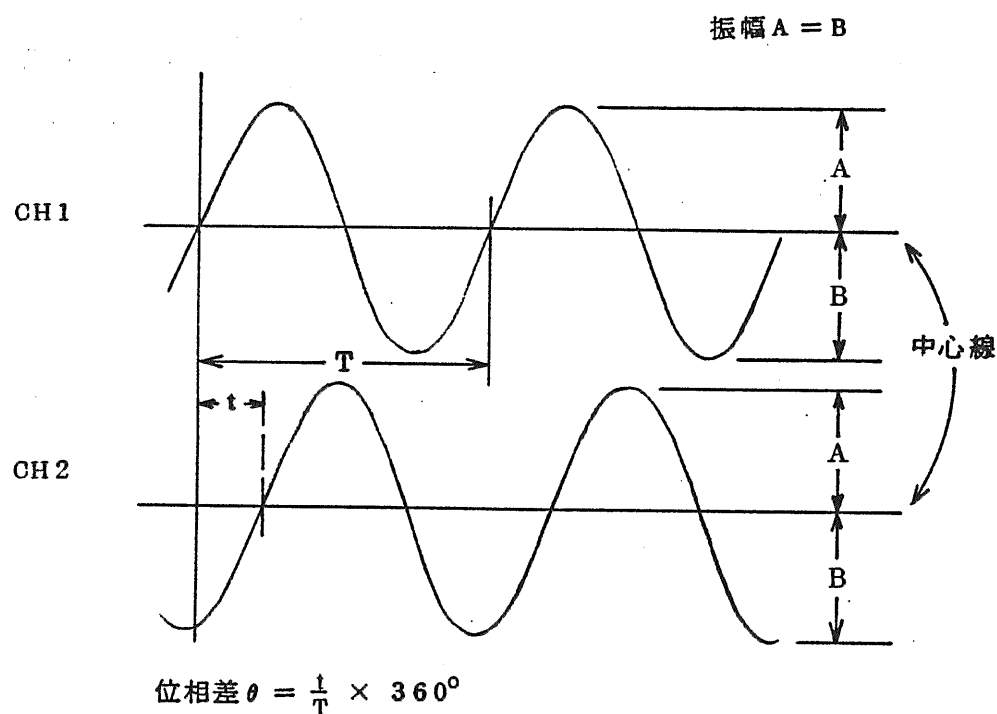
① 通常のオシロスコープでは，X軸の周波数帯域幅が狭く，内部での位相差が大きい。

② 位相差の測定精度が比較的悪い。

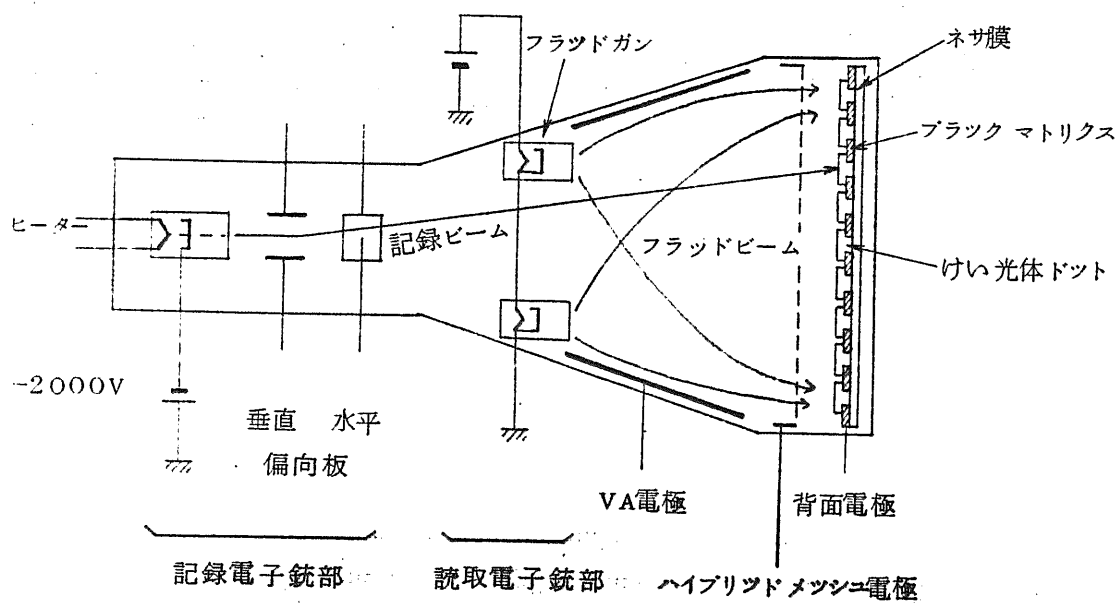
以上の理由から，正確な位相差θの測定は，以下に述べる2現象による方法を推奨します。

2） 2現象による位相差の測定

垂直軸MODEをDUALにし，TRIGGERはCH1 のボタンを押します。
CH1，CH2 に測定する信号を加えますが，CH1に基準となる信号を加え，図のような観測波形を描かせます。

位相差$\theta = \frac{t}{T} \times 360^{\circ}$

CH1及び CH2 に加える信号を大きくするか，或いは感度を上げ，各々の波形振幅をできるだけ管面いっぱいに振らせ，測定します。
波形の中心線は，CH1，CH2とも振幅A＝Bになる位置に設定し測定します。
プローブを使用する場合は，両チャンネル共プローブを使用し，かつ校正電圧（CALIB）で，双方の位相特性の調整を完全にし，測定します。
この2現象による測定方法は，微少なtの測定が可能で，また進相，遅相が，一目で観測できる特長があります。

6.　ストレージブラウン管

6.1　ストレージブラウン管の構造

イ）記録電子銃部

この電子銃は，通常のオシロ管用の電子銃と全く同じで，集束されたビームを，ネサ膜，ブラックマトリクス，けい光体ドットから構成されている蓄積ターゲット面に入射させ，通常波形観測，または蓄積動作時の記録ビームとして使います。

ロ）読取電子銃部

この電子銃（フラッドガン）は，蓄積管特有のもので，蓄積ターゲット面全域に電子の雨を注ぎ（この電子の雨をフラッドビームと言う）蓄積波形の直視と，蓄積波形の維持をします。

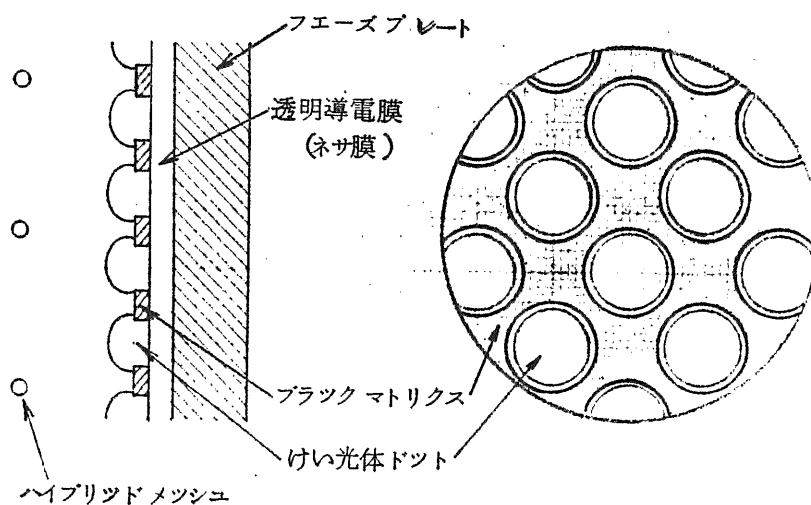
ハ）ＶＡ電極

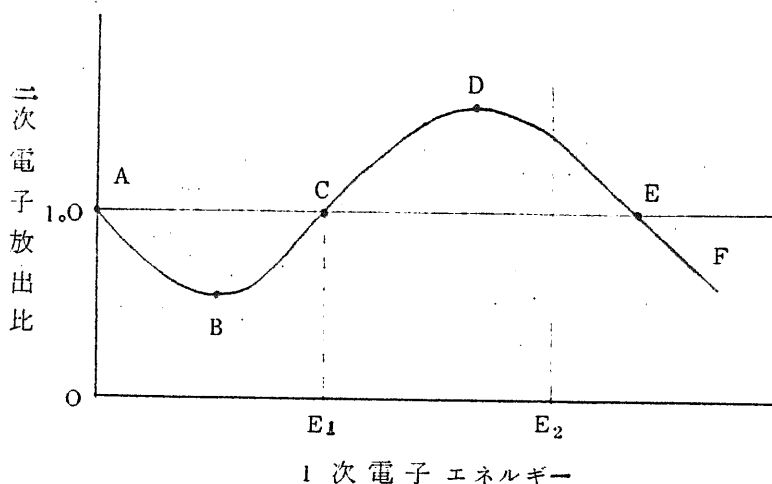
蓄積面全域に均一，垂直なフラッドビームを入射させる為の弱い電子レンズを作る部分です。

ニ）ハイブリッドメッシュ

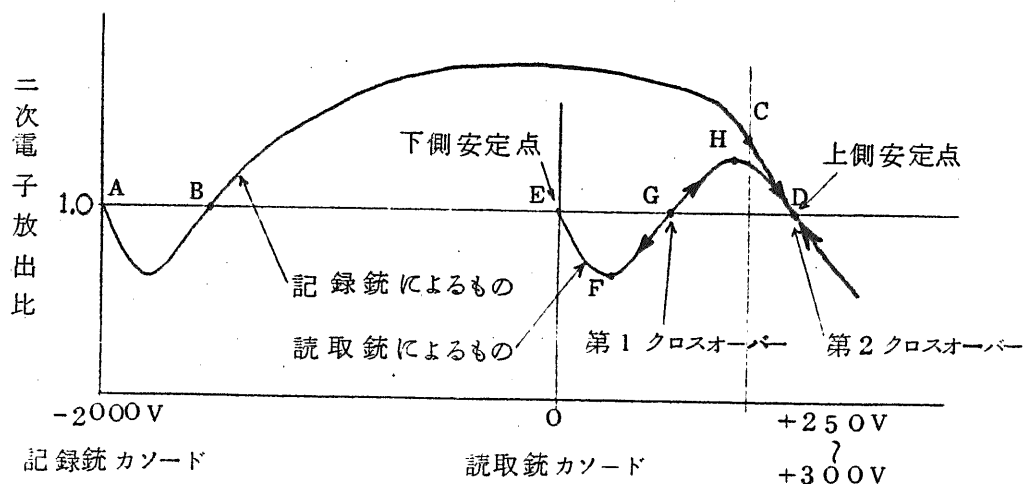
蓄積ターゲット面より出た2次電子捕集と，電子銃側で発生した正イオンを反発させ，蓄積面を保護する役割をもちます。

ホ）蓄積ターゲット

蓄積ターゲットは，透明導電膜（ネサ膜），ブラックマトリクス及びけい光体ドット（絶縁物）から成り，蓄積表示の電荷像を形成し，読取ビームにより，可視像の信号波形を表示します。また通常オシロとしての動作時は，普通のけい光面となります。

6.2　ストレージの原理

一般的に，ある電界状態に於て絶縁物に電子（1次電子）が入射すると，2次電子が放出されますが，その1次電子のエネルギー（電界の強さによるエネルギー………つまり加速電圧による）によって，2次電子の放出される割合が変化します。（次頁の第 A 図）ストレージの原理は，この2次電子の放出比が1より大きくなることを応用しています。

第A図

図に於て，1次電子のエネルギーを高めて行くと，2次電子放出比は最初は下がり，ある電位で逆に増え初め，ついには2次電子の割合の方が多くなります。更に高めて行くと，再び少なくなって，ついには1以下に下がってしまいます。本機のストレージチューブに於ては，この絶縁物にはけい光体を用いていますが，その場合，E_1 は20～70V，E_2 は180V 程の値を取ります。

下に実際の蓄積管での関係図を示します。

図に於て，D点を上側安定点，E点を下側安定点と呼び，この2つの安定点が有る事から，この原理を応用した蓄積管を2定電位形蓄積管と呼びます。

G点は，わずかな電位の変動によって上側あるいは，下側のどちらかに安定する為，不安定点（第1クロスオーバー点とも言う）と呼びます。（D点を第2ク

ロスオーバー点とも呼ぶ)

実際には，E_{STB} (背面電極電圧)を動かす(0〜300V)ことによって，けい光体ドット表面電圧が変化し，E－F－G－H－Dの曲線上を移動します。

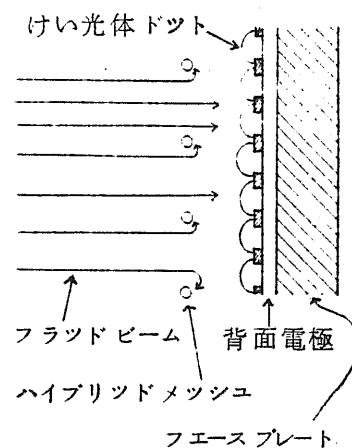
6.3 ストレージの動作

実際の動作を順を追って説明します。

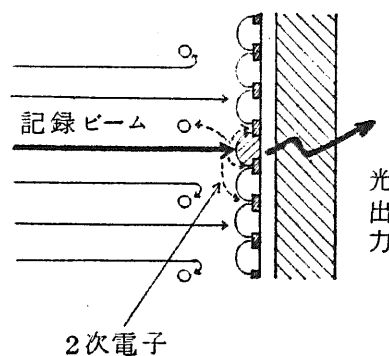
A) 記録準備

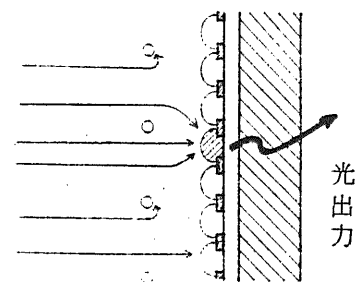
この状態の時，背面電極には，そのブラウン管個有のE_{STB}をかけます。ハイブリッドメッシュ電極には，CRT 内部電極で最も高い電圧を与えます。(約300V)

背面電極に電圧が印加されると，けい光体ドット表面の電位は同時に同電位まで上がりますが，フラッドビームにより，読取銃カソード電位0Vまで降下します。

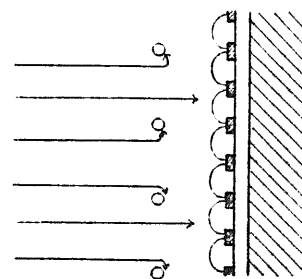
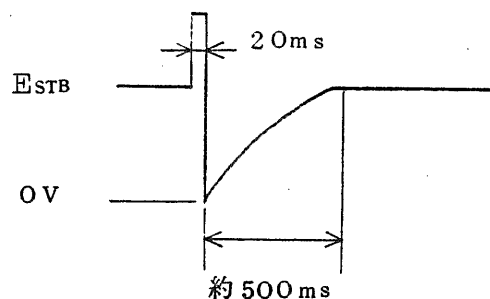
この状態が記録準備の状態となります。従って，背面電極とけい光体ドット表面の電位差はE_{STB}ですが，けい光体の高絶縁性が，この電位差を維持します。

B) 記　録

準備状態の蓄積ターゲットに記録ビームが入射すると，射突したけい光体ドットが励起され，発光すると同時に多量の2次電子が飛び出します。この2次電子及び記録ビームは，背面電極及びハイブリッドメッシュ電極に吸収されます。高エネルギーの記録ビームにより，けい光体ドットから出る2次電子の放出量は，記録ビーム以上になります。

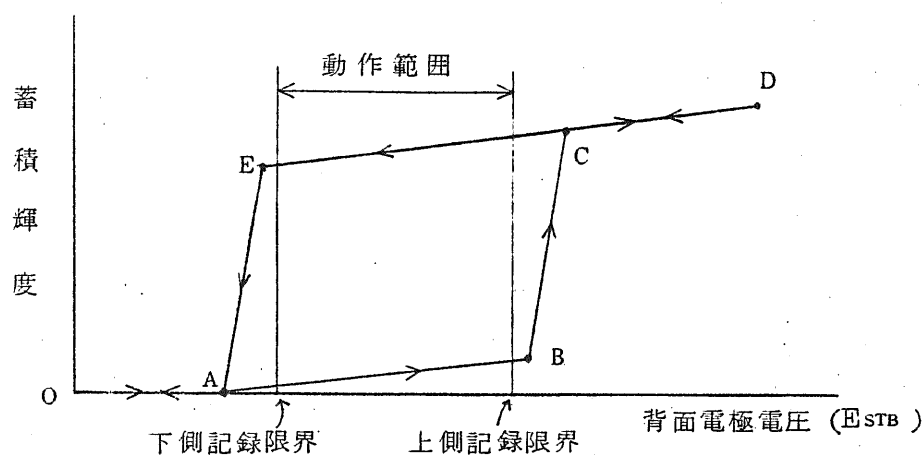
従って，けい光体ドットの表面電位は，0Vから背面電極電圧(E_{STB})に向ってシフトします。

C) 読取(保持)

B) の状態終了後，ビームを OFF にしても，記録ビームの当ったけい光体ドット表面電位は180 Vとなり，読取ビームが入射する限り発光し続けます。

D) 消　去

消去は，背面電極電圧を0 Vとしてやれば，その電圧につれて蓄積しているけい光体ドット表面電位も0 Vとなります。

消去用パルスには，次の波形を背面電極に加えます。

6.4　一般特性

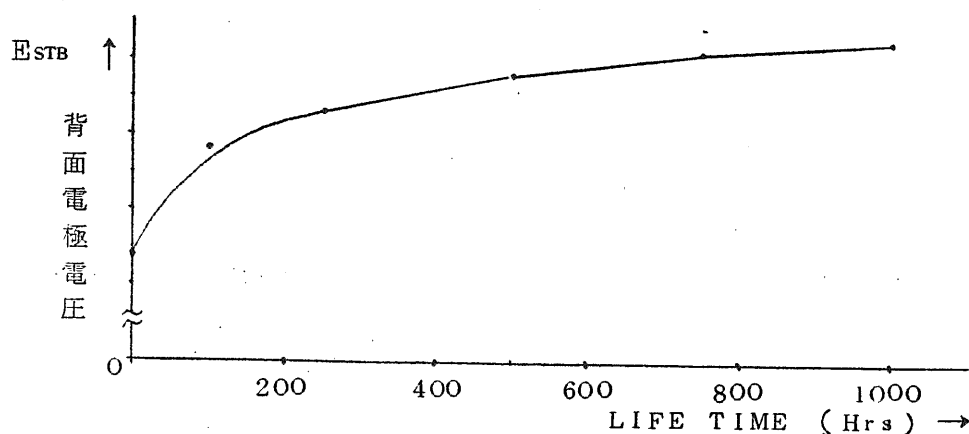
6.4.1　ヒステリシス特性

背面電極に加える電圧(E_{STB})は，ストレージブラウン管にとって最も重要な電圧ですが，そのE_{STB}と管面蓄積輝度との間には次の様なグラフが成り立っています。

前頁のグラフに於て，背面電極電圧（E_{STB}）を0点からA点へ移動する様，正の電位を背面電極へ加えます。0－A間では，蓄積管面は何も変化しません。（消去状態が維持され管面上は何も輝いていない。）更に正の電位を加えますと，ほんのわずかですが，管面全体が輝き始め，少しずつ輝度を増します。（輝くと言うよりほんのり光っている感じ）　この範囲がA－B間で，B点以上の電位を加えると，全体が記録された様に明るく輝きます。この点がC点となります。この輝いた状態のまま更に電圧を加えますと，わずかですが輝きは強くなります。約300V加えた点がD点となります。

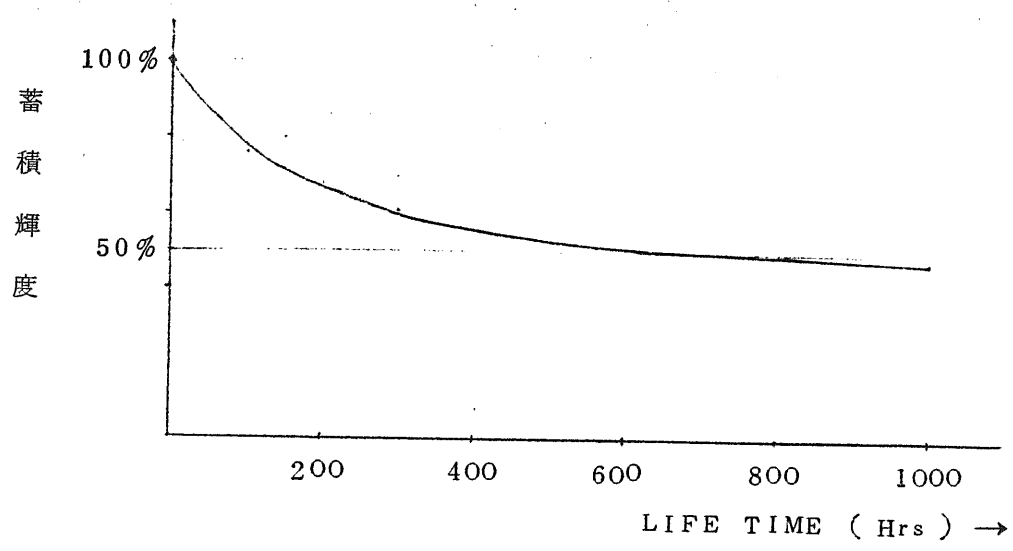
次にD点から徐々に電圧を下げて行きます。C点から先はB点へもどらずE点に向います。E点まではほとんど電圧に比例の関係で暗くなります。E点から先は急に明るさが減少してA点へともどります。

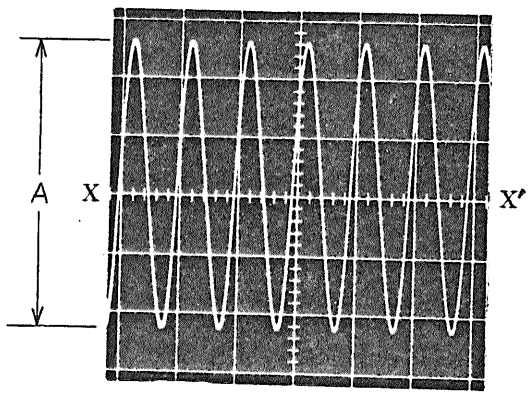
グラフにも書いてある通り，B点及びE点の若干手前が，それぞれ上側記録限界，下側記録限界となり，その間を動作範囲として背面電極電圧を設定する事が出来ます。この背面電極電圧の設定は，なるべく上側記録限界に近づけて設定した方が，解像度が取れるので有利です。

6.4.2　使用時間と背面電極電圧

背面電極電圧は，使用時間の経過と共に若干変化します。グラフを下に示します。

従って，この事からも背面電極電圧の設定は，上側記録限界に近づけておいた方が有利です。

6.4.3 使用時間と蓄積輝度

蓄積輝度は，使用時間の経過と共に低下します。代表例としてのグラフを下に示します。

6.4.4 最大記録速度

ブラウン管を蓄積状態にセッテングし，右図の様な単発信号を加え，記録動作を試みます。X－X′と正弦波の交わる波形部が，蓄積されたかどうかを確認しながら正弦波周波数を変え，蓄積可能な限界周波数を求めます。その時の最大記録速度（W_S＝WRITING SPEED）は次式で表わされます。

$$W_S = \pi F A \quad [m/SEC]$$

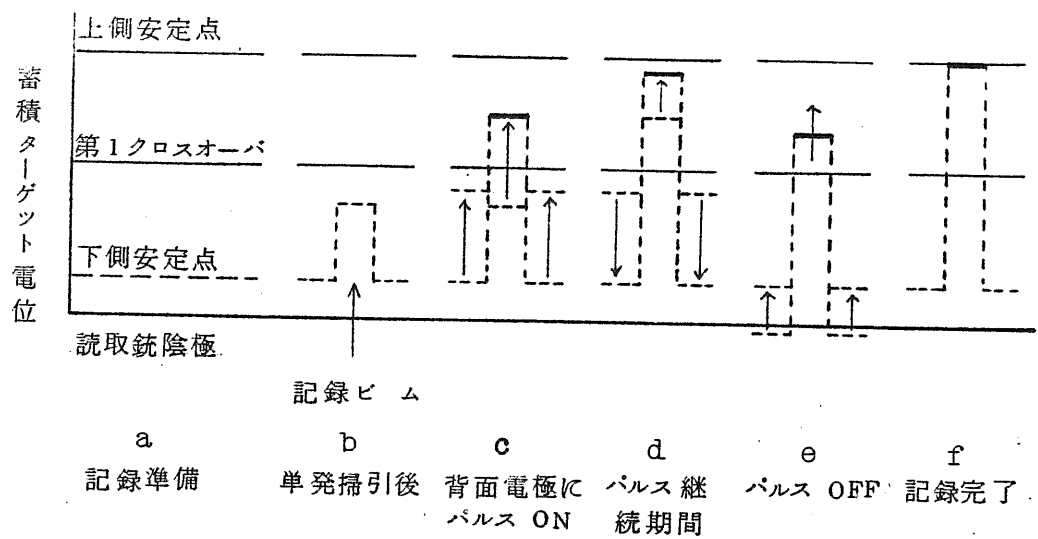
ただし　F＝限界周波数　（Hz）
　　　　A＝正弦波管面振幅　（m）

6.4.5 記録速度増強法(ENHANCEMENT)

記録速度を越して蓄積を試みても記録は行なわれません。これは記録ビームをいくら増しても，下側安定点にある蓄積ターゲット面の電位が，第1クロスオーバ点まで移動しないうちに，記録ビームが通り過ぎてしまうからです。しかしながら，蓄積ターゲット面では記録ビームの密度に比例して，ある程度の蓄積が短時間行なわれています。

この状態を利用して記録速度を増強する事が出来ます。すなわち記録ビームの当った蓄積ターゲット面のけい光体ドットの動作範囲が，第1クロスオーバ点直前にある内に，背面電極の電位を一時的にシフトします。

けい光体ドットの表面電位は同時にシフトされ，第1クロスオーバ点を越し，上側安定点に落ち着き，蓄積が行なわれます。

これで最大記録速度以上の記録が行なわれる事になります。

a) 記録準備，蓄積ターゲット面の平均電位は，部分的リークの為読取銃陰極電位より若干高めにあります。

b) 通常動作で記録出来ない速い単発現象の入力がありますと，蓄積ターゲット面の電位上昇がみられますが，蓄積可能となる第1クロスオーバ電位迄は届きません。

c）蓄積面は背面電極と容量結合されていますので，この直後背面電極に適当な正パルスを加えますと，b）の電位上昇部は，第1クロスオーバ電圧を越えます。

d）パルスが持続している間には読取ビームの作用により，蓄積面が第1クロスオーバ点以上と，以下の部分は，それぞれ上側と，下側安定点に移動します。

e）パルスがOFFとなりますと，再び容量結合により全体が負に移動しますが，信号入力部は第1クロスオーバ電位より上にあります。

f）読取ビームの作用により完全に記録状態になります。

7. 校　正

7.1 概　要

本器は，ある期間使用したら，かならず定期的に校正する事が望まれます。校正は，全搬にわたって行なう事が望まれます。

時間軸の精度が常に要求される測定が主であれば，特に時間軸の校正を，あるいは，垂直軸の感度の精度が常に要求される測定が主であれば，特に垂直軸の感度校正をと，必要に応じた校正方法も良いでしょう。しかし，故障修理を行なった場合，修理内容によっては，全搬にわたっての校正が必要です。

特に本器の様に蓄積管使用の場合は，背面電極電圧の問題（P 53 参照），蓄積輝度の問題（P 54 参照）等が有り，必ず定期的に校正，あるいはチェックを行なう必要が有ります。

また，本器の各回路に使用する直流電源（安定化）の電圧調整を行なった場合は，他の部分に影響を与えますので，からず全搬的な校正が必要です。

校正は，当営業，又は商品技術に，お申し付け下さい。敏速で的確な校正がなされます。

以下に，比較的簡単にできる校正方法と，調整カ所を述べます。

7.2 直流電源の調整とチェック

本器の校正を行なう場合，初めに，直流電源の調整とチェックが必要です。調整，チェックには，正確に校正されたデジタルボルトメータが適当です。下表に電圧値，および次頁に調整用半固定抵抗器の位置を示します。

直流電源	種　類	電圧範囲	調整カ所	注
＋5V	安定化	＋4.75V～＋5.25V	無調整	
＋15V	〃	＋14.9V～＋15.1V	VR1403	⊘
－15V	〃	－14.6V～　15.4V	無調整	
＋205V	非安定	±20％	—	
＋300V	〃	±20％	—	
＋270V	安定化	＋260V～＋280V	無調整	
－1850V	〃	－1845V～－1855V	VR1301	⊘

電圧の測定は，チェック点と，アース間の電圧を測定します。
各点の電圧は，本器への電源入力電圧の範囲を，100V±5%で測定して下さい。

−1850V の直流電源は，ブラウン管に加えられる電源です。この電圧が変化すると，ブラウン管の輝度や，垂直，水平軸の感度が大きく変化するので，注意が必要です。チェック点はブラウン管のPIN №1とアース間です。

注）各直流電源の調整，及びチェックは，次の順序に従って下さい。

1. +5V 電圧チェック
2. +15V 電圧調整

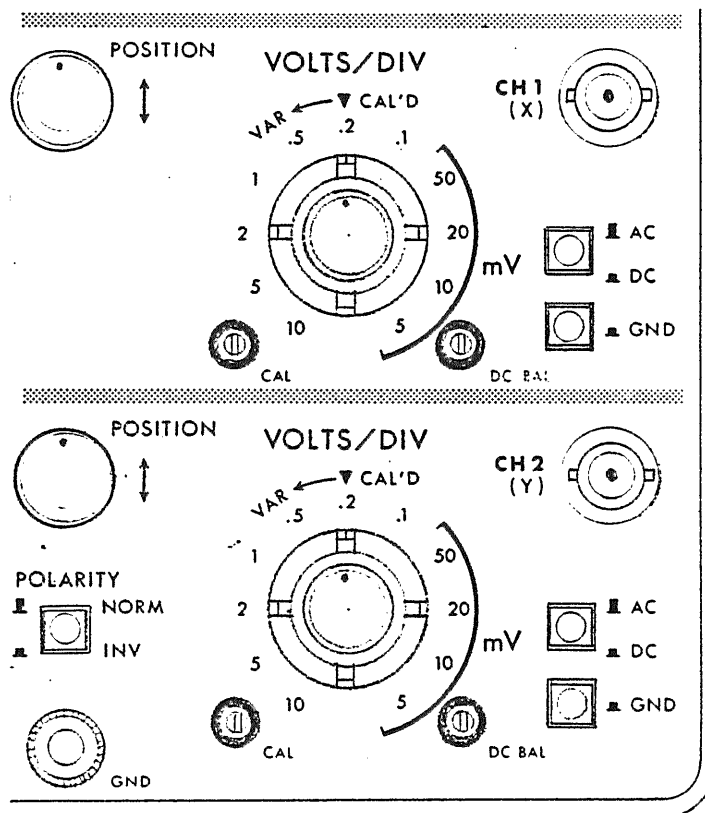
3. －　15V　電圧チェック
4. ＋205V　電圧チェック
5. ＋300V　電圧チェック
6. ＋270V　電圧チェック
7. －1850V　電圧調整

又，－1850V の電圧調整には，なるべく入力インピーダンスの高い(1000MΩ以上)，精密級のデジタル式の電圧計を使って下さい。

7.3 垂直軸偏向感度

出力電圧設定が，0.5％以内の確度をもつ，1kHzの方形波発振器を，20mVp−pに設定して，垂直軸の入力端子へ加えます。

VOLTS／DIVが5mVレンジの時，管面振幅が正確に4DIVとなるように，パネル面のCALボリウム（CH1 − VR305，CH2 − CH2−VR405)を調整します。VOLTS／DIVの各レンジにおいて，各指示値の4倍の電圧を加え，管面の振幅をチェックします。

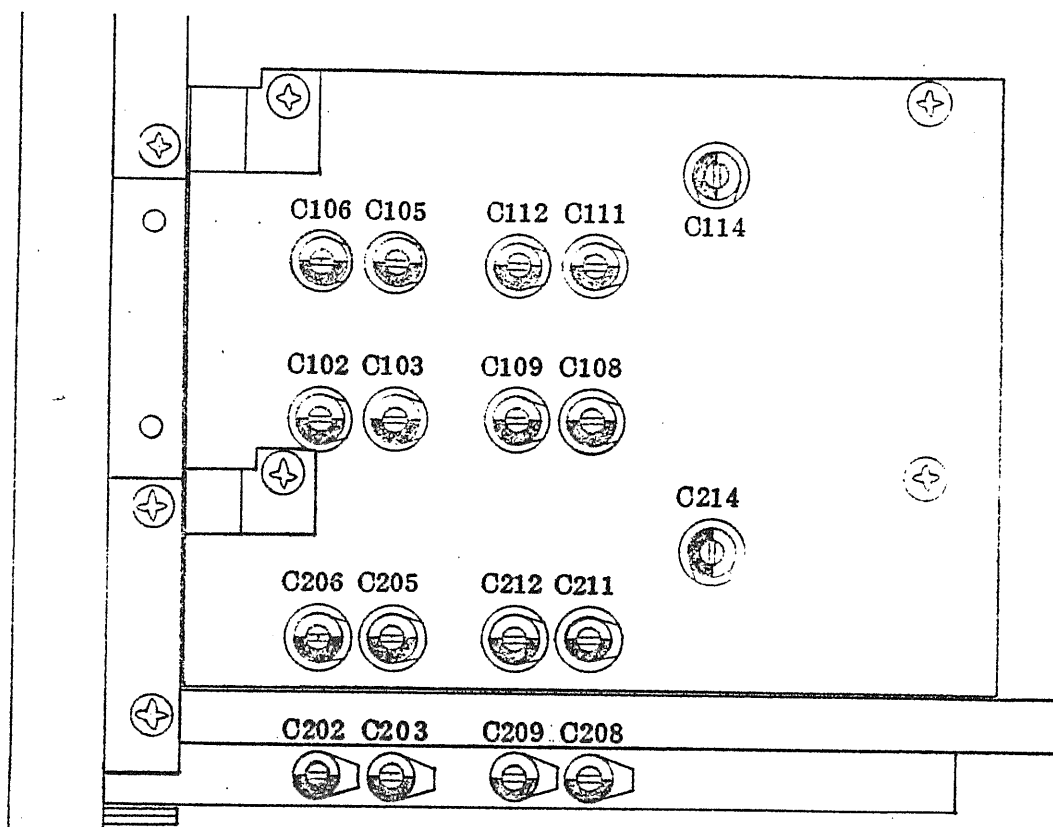
各レンジ共，指示値の±3％以内に入っているはずです。

7.4　VOLTS／DIV 各レンジの入力容量および位相補正

VOLT／DIV スイッチ各レンジの位相特性調整がはずれていると，管面上の観測波形の歪や，周波数特性に異状が生じます。
位相特性の調整は，入力容量と，高周波域の補正コンデンサの調整で行ないます。
したがって，入力容量 35PF を測定できる容量計と，高品位の，繰返し周波数約 1 kHzの方形波発振器を用います。

入力容量を測定する容量計は，ブリッジ形式のものでは測定しにくく，低容量のCメータが適します。
1 kHz 方形波は，本器のプローブ校正用の CALIBの信号を利用するのが適当です。
方形波発振器を使用する時は，波形にサグ，オーバーシュートなどの歪が少く，立上り時間が，1 μS 以下のものを使用して下さい。
下表に調整カ所を示します。

	CH1		CH2	
VOLT／DIV	校正用可変コンデンサー		校正用可変コンデンサー	
のレンジ	入力容量	高周波・補正	入力容量	高周波・補正
5 mV	C114	—	C214	—
10 〃	C109	C108	C209	C208
20 〃	C112	C111	C212	C211
50 〃	C102	C103	C202	C203
0.1 V	—	—	—	—
0.2 〃	—	—	—	—
0.5 〃	C106	C105	C206	C205
1 〃	—	—	—	—
2 〃	—	—	—	—
5 〃	—	—	—	—
10 〃	—	—	—	—

棒線部分は無調整

下図に調整カ所を示します。

7.5　掃引時間

パネル面のツマシを次の様に操作し，垂直軸入力に正確な1mSの時間々隔を持った，タイムマーカ信号か，または発振周波数の1kHzの信号（方形波出力があれば，なお良い）を加えます。

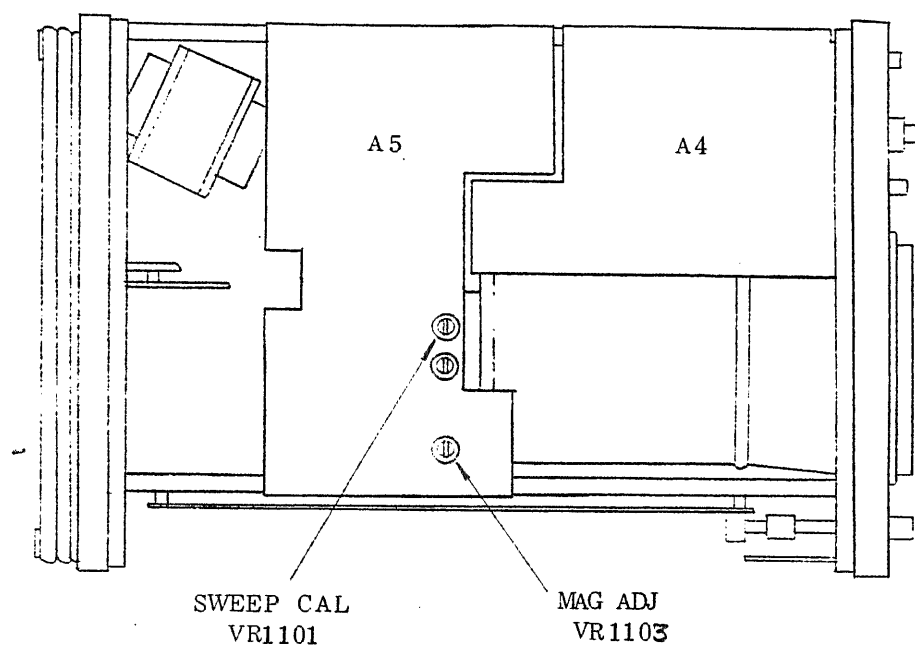
トリガモード　　AUTO

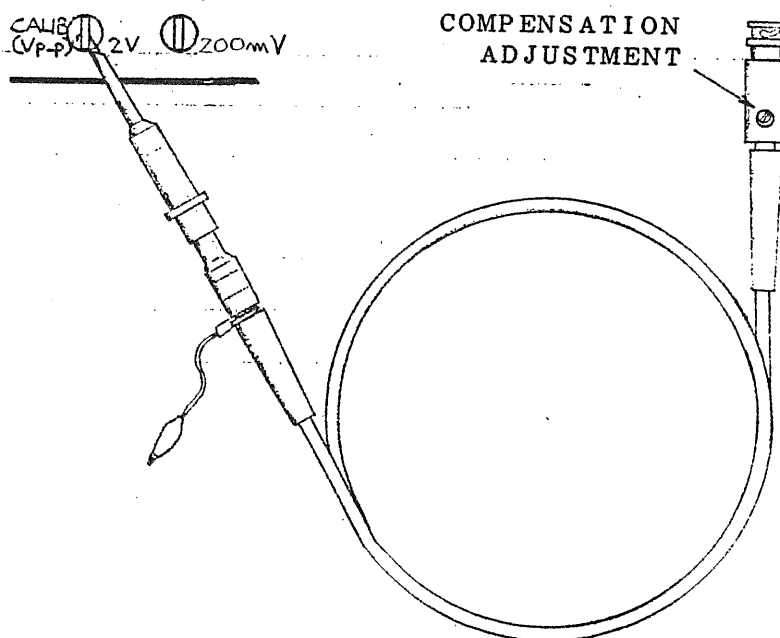
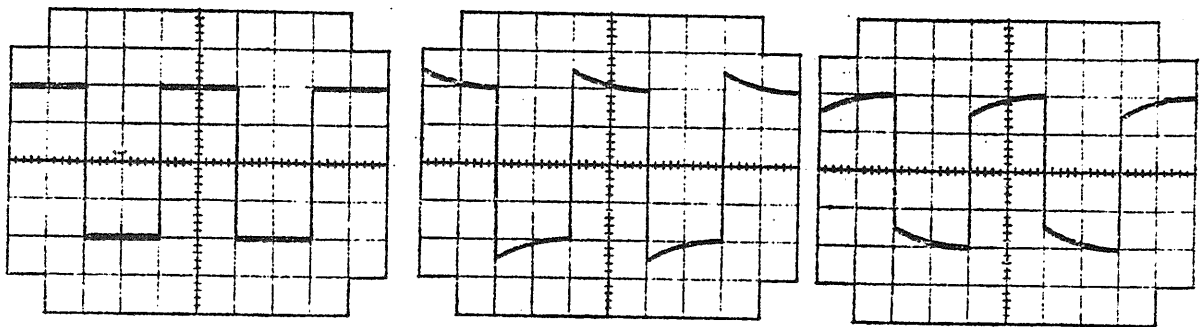
TIME／DIV　　1mS

掃引時間の確度は，パネル面の指示値の±3％以内であれば，規格内です。

1mS は全レンジの基準となるので，できるだけ正確に校正する必要があります。

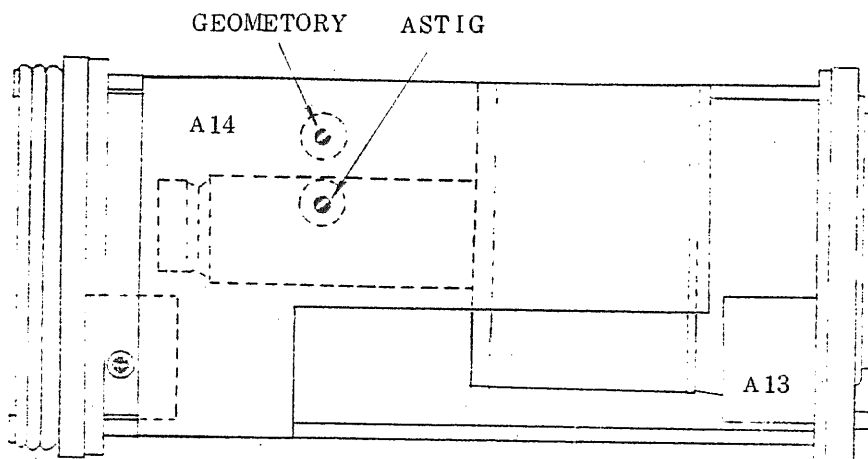
校正の確度は，±1％以内になる様にSWEEP CAL ×1（回路図中のVR1101）の半固定抵抗器を調整，校正します。同時に，パネル面のPOSITIONツマミを引きRULL 5×MAG の状態にし，MAG ADJ（VR1103)を調整し，±1％以内に校正します。

次頁に各半固定抵抗器の位置を示します。

7.6　プローブの校正

プローブの校正は，パネル面の校正電圧端子の1kHz 200mVp−p　または，2Vp−pの信号を使い校正します。

プローブをCH1 または，CH2の入力に接続し，レンジを50mVに設定します。
校正電圧端子の2Vp-pにプローブの先端を接触させると，振幅4DIVの方形波信号が観測されます。
プローブのコンペンセータをドライバー等で回し，下図の最良の波形になる様調整します。

7.7　ASTIG GEOMETORYの調整

ASTIG　　FOCUSツマミと共に調整し，管面の輝線，又はスポットが，鮮明になる様に調整します。

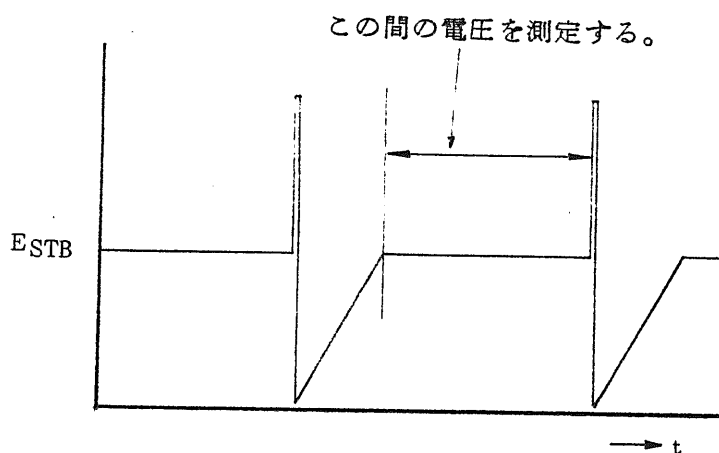
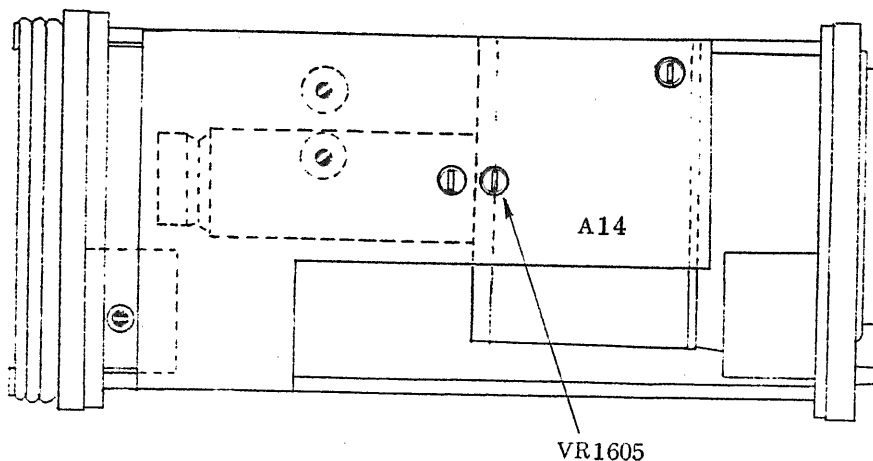
GEOMETORY　　管面に矩形のラスターを描いた時起る歪を補正します。

下図に各ボリウムの位置を示します。

7.8　背面電極電圧の調整

P 52　6.4.1の項で説明されているヒステリシス特性を実測しながら行ないます。先ずオシロをストレージ状態にセットし，A－14基板の14番PIN出力端子（黄色線が接続されています）を直流電圧計又は，デジタルボルトメータで電圧測定します。（注．2～3秒間隔のオートイレーズ動作で測定すると便利です。）記録銃のビーム量（INTEN)は1mS／DIV掃引の時に最適量にセットして下さい。

A－14基板のボリーム（背面電極電圧設定用一回路図のVR1605）を動かし管面の記録波形に注意します。管面の記録波形は，背面電極電圧(E_{STB})を上げて行くと，全体がやや輝き始め，更には全体が記録された様に明るく輝きます。この全体が記録された様に明るく輝き出すやや直前の電圧値が上側記録限界電圧値です。又，一旦全体を記録された様に明るく輝やかせた後，背面電極電圧を下げて行きます。ある電圧になると明るく輝やいていた管面が中央部分より消え始めます。

オートイレーズ動作時の背面電極波形

このある電圧値のやや直前の電圧値が，下側記録限界電圧値です。背面電極電圧値はこの様に，上側記録限界電圧値と下側記録限界電圧値とをそれぞれ測定し

ながら最適値を定めます。最適値の決定には，管面の記録状態と，記録しない部分（バックグラウンド）の明るさ（コントラスト）及び，P 53　6.4.2使用時間と背面電極電圧の項での説明を考慮に入れて決定します。すなわち波形の記録は，上側記録限界と，下側記録限界の範囲内であれば行ないますし，コントラストの点から言えば下側記録限界に近づいていた方が有利です。ところが使用時間と背面電極電圧のグラフでは，使用時間初期から～数百時間の内では，変化量が大きくかつ電圧変化が正の方向なので，上側記録限界に近づけて置いた方が有利です。つまりこれらの点を総括的に含み合わせて考えますと，使用時間が数十～数百時間内の場合は，上側記録限界に近づけて置き，数百～千数百時間の場合は，ほぼ各記録限界の中央にか，やや上側に近づけて設定した方が有利と言う事になります。ただし，特にコントラストを重視する場合のみ下側記録限界に近づけて設定し，出来るだけ短期間（数十時間毎）に再設定を繰り返して下さい。

7.9　時　間　計　（TIMER）

本器には，ストレージ状態での使用時間をチェック出来る様，時間計を内臓しています。この時間計は 2000時間計測用のもので，通常オシロとしての動作時は，計測時間に含まれません。下図に時間計の位置を示します。

EXTERNAL TRIGGER
COMPLETE AUTO
EXT
CH1
CH2
NORM
TRIGGER INPUT & AMPLIFIER
ERASE INTERVAL TIMER
SWEEP LOGIC MULTIVIBRATOR
SWEEP GENERATOR
ENHANCE MULTI
ERASE PULSE GENERATOR
TARGET CONTROL AMPLIFIER
HOLD CIRCUIT
CRT
HORIZONTAL AMPLIFIER
SIGNAL PICKOFF AMPLIFIER (CH 1)
SWITCHING MULTIVIBRATOR
SIGNAL PICKOFF AMPLIFIER (NORM)
CH 1 OR X
CH 1 ATT
CH 1 PREAMP
DIODE GATE
VERTICAL AMPLIFIER
CRT CIRCUIT
HV SUPPLY
SIGNAL PICKOFF AMPLIFIER (CH 2)
CH 2 OR Y
CH 2 ATT
CH 2 PREAMP
EXT Z AXIS
Z AXIS AMPLIFIER
POWER SUPPLY
AC 100V 50/60
頁